

Directriz del FSIS para el Control de la Salmonella en los Establecimientos de Sacrificio y Procesamiento de Cerdo

FSIS-GD-2023-0003



Esta directriz contiene información y recomendaciones para que los productores de cerdo controlen la *Salmonella* en los cerdos de mercado desde el pre eviscerado hasta su sacrificio. En especial, esta directriz cubre los siguientes temas:

- Los controles pre-sacrificio, incluyendo la crianza en finca, intervenciones de múltiples obstáculos, transporte y estabulación;
- Controles de sacrificio; y
- Controles de fabricación de cerdo, incluyendo los controles de procesado, empaque y distribución para los cortes de cerdo y productos de cerdo desmenuzados.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	2
Prefacio	4
Propósito	4
Motivo de la Reemisión de esta Directriz	5
Cambios sobre la versión previa de esta directriz	5
Cómo usar esta directriz efectivamente	6
Preguntas relacionadas con los temas de esta directriz	6
Directriz del FSIS para el Control de la <i>Salmonella</i> en los Establecimientos de Sacrificio y Procesamiento de Cerdo	7
Antecedentes	7
Relevancia con respecto a la Salud Pública	7
Sistemas de salubridad de alimentos basados en la ciencia	9
Antecedentes relacionados con las políticas	10
Abordaje de intervención de múltiples obstáculos	11
Controles pre-sacrificio	12
Pre-sacrificio: crianza en la finca, alojamiento, medidas de bioseguridad	14
Pre-sacrificio: Administración del agua y pienso	15
Pre-sacrificio: Vacuna e intervenciones bacteriológicas	16
Pre-sacrificio: Transporte de animales vivos.....	18
Pre sacrificio: Estabulación	19
Prevención de la contaminación cruzada por medio del faenado salubre.....	22
Introducción al proceso de sacrificio	23
Aturdimiento	24
Sangrado	25
Escaldado	25
Depilado	26
Chamuscao	28
Aspirado con vapor y agua caliente	28
Pulido	30
Recorte con cuchillo y rasurado	30

Enjuague o aspersion pre-eviscerado de la canal	31
Lavado de la cabeza y golpeado de la cabeza	32
Aislamiento del caño	33
Eviscerado	33
Retirado de los ganglios linfáticos	34
Enjuague Final antes de la refrigeración, enjuague caliente y pasteurizado con vapor	34
Refrigeración con spray	35
Fabricación, intervenciones y procesamiento del producto de cerdo terminado	37
Empaque, Almacenamiento del producto terminado, transporte y productos de venta al consumidor	38
Métodos de envío	39
Control estadístico del proceso	40
Referencias	42

Prefacio

Esta es una versión revisada de la *Directriz de cumplimiento del FSIS para el control de la Salmonella en cerdos de mercado*. Esta directriz ha sido actualizada dando respuesta a los comentarios sobre las versiones previas y con base en la ciencia más actualizada. Esta directriz también incluye cambios para mejorar la legibilidad y se le ha cambiado el nombre, *Directriz del FSIS para el Control de la Salmonella en los Establecimientos de Sacrificio y Procesamiento de Cerdo*.

Esta directriz del FSIS representa el consenso actual sobre el control de la *Salmonella* en el sacrificio de porcinos y en el procesamiento del cerdo y se considera utilizable desde su emisión. La información en esta directriz se comunica para ayudar a los establecimientos de sacrificio de cerdo para que cumplan con los requerimientos reglamentarios. Los contenidos de este documento no tienen poder ni el efecto de una ley y no se consideran vinculantes para el público de ninguna manera. Este documento tiene como propósito brindarle claridad a la industria en o relacionado con los requerimientos existentes en la reglamentación. En la aplicación de la normativa, los establecimientos de sacrificio de porcinos pueden optar por implementar procedimientos diferentes a los que se describen en esta directriz y así tendrían que validar y sustentar cómo dichos procedimientos son efectivos.

Esta directriz se enfoca en los establecimientos pequeños y muy pequeños en línea con la Iniciativa de Administración de Pequeñas Empresas para brindarle a los pequeños negocios asistencia con el cumplimiento bajo la Ley de Aplicación Reglamentaria Justa para Pequeñas Empresas. Sin embargo, todos los establecimientos de sacrificio de porcinos pueden aplicar las recomendaciones en esta directriz. Es importante notar que las pequeñas y muy pequeñas empresas tienen acceso a una variedad de recursos científicos y técnicos, y la asistencia necesaria para establecer sistemas de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) que sean salubres y seguros. A pesar de que los establecimientos grandes se pueden beneficiar de la información, el enfoque de esta directriz sobre los establecimientos pequeños y muy pequeños pone a disposición de estos una ayuda que de lo contrario no tendrían.

Propósito

Esta directriz contiene información para ayudarle a los establecimientos de sacrificio de porcinos a sacrificar porcinos y procesar productos porcinos crudos de manera salubre para cumplir con la normativa del FSIS. Este documento se refiere a las **mejores prácticas recomendadas** por el FSIS, las cuales se basan en las consideraciones científicas y técnicas más correctas y se deriva de la literatura científica. Los establecimientos deben seleccionar aquellas recomendaciones de mejores prácticas que funcionen bien bajo las condiciones particulares en la planta y con sus equipos y procesos. Los establecimientos pueden optar por implementar procedimientos diferentes a los que se describen en esta directriz y tendrán que proporcionar evidencia de que dichos procedimientos son efectivos para cumplir con los requerimientos de validación y sustentan las decisiones del análisis de riesgos ([9 CFR 417.4\(a\)\(1\)](#) y [9 CFR 417.5\(a\)\(1\)](#)).

Los establecimientos siempre pueden obtener asesoría de los especialistas de los servicios de extensión de las universidades y de los [Coordinadores y Contactos de HACCP](#) para desarrollar programas y planes que no están contenidos en esta directriz para cumplir con los requerimientos reglamentarios de HACCP.

Motivo de la Reemisión de esta Directriz

El FSIS ahora actualiza y reemite esta directriz para brindar y dar una referencia del sustento científico más actualizado y las nuevas tecnologías que están disponibles. Esta actualización hace parte del constante esfuerzo que hace el FSIS para mejorar la efectividad de sus directrices y recomendaciones para la industria. Se ha incluido información relacionada con las estrategias de múltiples obstáculos, los controles en finca y pre sacrificio, los controles sobre el procesamiento en sacrificio, las intervenciones, retiro de los ganglios linfáticos y las intervenciones post-proceso y de empaque. Los controles relacionados con la producción de productos de cortes de cerdo y cerdo desmenuzado también han sido agregados a esta directriz.

Cambios sobre la versión previa de esta directriz

Esta directriz, con fecha del 1 de junio de 2023, es definitiva y el FSIS actualizará esta directriz cuando sea necesario y si se dispone de información más actual.

El FSIS realizó los siguientes cambios a esta directriz para darle respuesta a los comentarios recibidos sobre la versión previa durante el periodo de comentarios y para incluir información científica adicional.

Esta versión incorpora los siguientes cambios:

- Se eliminó la palabra "cumplimiento" ("compliance" en inglés) del título del documento y en el contenido del documento para aclarar que este documento no constituye requerimientos reglamentarios;
- Se agregó información científica relevante, actual y revisada por pares en lo relacionado con el sacrificio de porcinos, el procesamiento de productos de cortes de cerdo y de cerdo desmenuzado;
- Se actualizaron las intervenciones para incluir las intervenciones de vacuna y bacteriológicas, de alojamiento y bioseguridad y del manejo del agua y pienso;
- Se incluyó un historial de brotes de productos de cerdo;
- Se incluyó información la recolección de datos del FSIS y del muestreo de cerdo del FSIS;
- Se agregó información relacionada con las mejores prácticas para el envío en caliente;
- Se agregó una sección sobre mejores prácticas para el retiro de los ganglios linfáticos; y• Se retiró el texto relacionado con recomendaciones de *Trichina*, recomendaciones de nuevas tecnologías y las recomendaciones sobre la validación porque el FSIS dispone de otras directrices sobre estos temas.

Cómo usar esta directriz efectivamente

Esta directriz está organizada para brindarle a los usuarios información científica y recomendaciones actualizadas. Para hacer uso de esta directriz, el FSIS recomienda que los lectores usen los encabezados de navegación para desplazarse eficientemente a lo largo de las secciones de interés sobre el documento. Los vínculos que se incluyen lo dirigirán rápidamente a la ubicación correcta en el documento electrónico y también llevan a otros documentos complementarios.

El listado de referencia al final del documento proporciona el material usado para desarrollar y revisar esta directriz ([Referencias](#)).

Preguntas relacionadas con los temas de esta directriz

Si, después de leer esta guía usted todavía tiene preguntas, el FSIS recomienda que busque en los Artículos de Conocimientos (“Public Q&As”) en la base de datos de [askFSIS](#). Si, después de buscar en la base de datos, usted todavía tiene preguntas, envíelas a la Oficina de Desarrollo de Políticas y Programas (OPPD) al Personal de Gestión del Riesgo e Innovación (RMIS) por medio de [askFSIS](#) y seleccione “**Muestreo**” o hágalo por medio telefónico al 1-800-233-3935.

La documentación de estas preguntas le ayuda al FSIS a mejorar y refinar la versión actual y futuras de esta directriz y sus emisiones asociadas.

Directriz del FSIS para el Control de la *Salmonella* en los Establecimientos de Sacrificio y Procesamiento de Cerdo

Antecedentes

Los patógenos son una causa común de enfermedades de origen alimentario y pueden estar presentes en los animales vivos y en los alimentos crudos. Los porcinos han sido identificados como portadores de patógenos. La contaminación con patógenos se puede transferir a productos de cerdo durante el sacrificio, manipulación y procesamiento si hay un manejo inadecuado y procedimientos de faenado sanitarios deficientes. El FSIS recomienda que los establecimientos usen una variedad de controles para evitar, reducir o eliminar los patógenos de los productos de cerdo.

Si bien esta directriz aplica a la producción de cerdos de mercado y la *Salmonella*, los conceptos generales de faenado sanitario, el uso de la intervención antimicrobiana y la evaluación y verificación de los controles sobre los procesos pueden aplicar al sacrificio y producción de otros tipos de porcinos. Las mejoras en el faenado sanitario y otros controles de proceso pueden reducir los niveles de *Salmonella* y otras bacterias entéricas.

Relevancia con respecto a la Salud Pública

La *Salmonella* es un género gramnegativo en la familia *Enterobacteriaceae* y se puede multiplicar en un rango de temperaturas entre los 5°C/41°F y los 45°C/113°F y un rango de pH de 4 a 9 (Doyle and Cliver, 1990). La *Salmonella* no tifoidea es un causa común de la enfermedad de origen alimentario, representa el 11 por ciento de las enfermedades de origen alimentario (aproximadamente 1 millón de infecciones), el 36 por ciento de las hospitalizaciones de origen alimentario y el 28 por ciento de las muertes por motivos de origen alimentario al año.

Los brotes que producen enfermedades humanas de origen alimentario por *Salmonella* y que se asocian al cerdo han sido reportadas de manera consistente anualmente, estas identifican al cerdo como un vehículo de salmonelosis. Durante el periodo 1998–2015, hubo 288 brotes atribuidos al cerdo, los cuales resultaron en 6372 enfermedades, 443 hospitalizaciones y cuatro muertes (Self *et al.*, 2017). Los síntomas de la Salmonelosis pueden incluir la diarrea, fiebre y los calambres abdominales de 5-7 días después de su consumo. En el caso de las personas mayores, los infantes y otras personas con un sistema inmunitario debilitado, la salmonelosis puede requerir la hospitalización y puede producir la muerte.

DEFINICIONES CLAVE

Los cerdos de mercado son animales saludables, jóvenes y de tamaño uniforme que pesan aproximadamente 280 libras y tienen una edad de 6 meses al momento de su sacrificio.

El faenado sanitario se define como la práctica de manejar las canales y partes por parte de los empleados y maquinaria del establecimiento, a lo largo del proceso de sacrificio, y es una manera de producir un producto alimento limpio, salubre y sano de carne en un ambiente sanitario.

Como se muestra en la Tabla 1, durante el periodo 2014-2019, 36 brotes (un total de 1241 enfermedades reportadas) con un promedio de 207 enfermedades por año han sido asociadas al cerdo (Sistema Nacional de Reporte de Brotes de la CDC (NORS), <https://www.cdc.gov/nors/data/dashboard/index.html>, 2014–2019). Estos estimados fueron calculado para los brotes cuando el cerdo se identificó como el único vehículo alimentario o se identificó como el único ingrediente contaminante. La Tabla 1 muestra que muchos de los brotes de enfermedades de origen alimentario provenían de productos cocinados de cerdo. Por lo tanto, el nivel de contaminación con *Salmonella* en los productos terminados de cerdo crudos puede tener un impacto en el número de brotes de enfermedades de origen alimentario y los establecimientos deben adoptar medidas para reducir la *Salmonella* a lo largo del sacrificio y procesamiento de estos. En el conjunto de 6 años de datos, el 2015 tuvo la mayor cantidad de casos de salmonelosis asociados con el consumo de cerdo habiendo producido 615 enfermedades. Para obtener información adicional por favor consulte el sitio web de brotes de enfermedades de origen alimentario de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades en: <https://www.cdc.gov/foodsafety/outbreaks/index.html>.

Los brotes que resultaron en enfermedades humanas con *Salmonella* que involucraban el cerdo han sido reportados de manera consistente anualmente, identificando al cerdo como el vehículo de la salmonelosis.

Tabla 1. Registro de brotes de enfermedades de origen alimentario por la *Salmonella* , 2014–2019

Productos afectados	Año	Organismo causante de la enfermedad	Casos-Pacientes: Estados
Cerdo	2014	<i>Salmonella</i>	Infantis 10; Conn.
Cerdo asado	2014	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 18; Ohio
Cerdo asado	2014	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 20; N.D.
Carnitas	2014	<i>Salmonella</i>	Braenderup 8; Ill.
Morcilla	2014	<i>Salmonella</i>	Uganda 12; Calif.
Cerdo	2014	<i>Salmonella</i>	Agona 5; Calif.
Carnitas	2015	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 73; Wisc.
Cerdo	2015	<i>Salmonella</i>	Agona 10; Minn.
Cerdo	2015	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 3; Ore. 283; N.C.; 1
Cerdo BBQ	2015	<i>Salmonella</i>	Typhimurium death
Cerdo	2015	<i>Salmonella</i>	Typhimurium 17; Ill.
Cerdo asado	2015	<i>Salmonella</i>	Typhimurium 20; R.I.
Carnitas	2015	<i>Salmonella</i>	Mbandaka 17; Ga. 192; Alaska, Calif., Idaho,
Cerdo	2015	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- Ore., Wash.
Cerdo	2016	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 2; Kansas
Cerdo	2016	<i>Salmonella</i>	I 4,[5],12:i:- 6; Wisc.

Cerdo entero ahumado	2016	<i>Salmonella</i> Newport	20; N.H.
Cerdo BBQ	2016	<i>Salmonella</i> Javiana	41; Ga.
Cerdos enteros, productos de cerdo	2016	<i>Salmonella</i> Goldcoast	12; Multi-estado
Cerdo asado	2016	<i>Salmonella</i> I 4,[5],12:i:-	15; Wash.
Cerdo desmechado	2017	<i>Salmonella</i> Typhimurium	10; N.Y.
Cerdo BBQ	2017	<i>Salmonella</i> Newport	7; S.C.
Burrito de cerdo	2017	<i>Salmonella</i> Typhimurium	6; Wisc.
		<i>Salmonella</i>	
Punta de costilla de cerdo	2017	Schwarzengrund	30; Ill.; 1 muerte
Cerdo entero	2017	<i>Salmonella</i> Subspecies I	4; Wash.
Cerdo entero	2017	<i>Salmonella</i> Subspecies I	5, Wash.
Cerdo desmechado	2018	<i>Salmonella</i> Typhimurium	109; Penn.
Cerdo desmechado	2018	<i>Salmonella</i> Typhimurium	35; Wisc.
Cerdo desmechado	2018	<i>Salmonella</i> I 4,[5],12:i:-	24; Tenn.
Cerdo	2018	<i>Salmonella</i> Eastbourne	21; Multi-estado
Cerdo	2018	<i>Salmonella</i> I 4,[5],12:i:-	18; Multi-estado
Cerdo	2018	<i>Salmonella</i> Adelaide	19; Multi-estado
Cerdo BBQ	2018	<i>Salmonella</i> I 4,[5],12:i:-	25; Tenn.
Cerdo	2018	<i>Salmonella</i> Adelaide	29; Multi-estado
Carnitas	2019	<i>Salmonella</i> Infantis	85; Ill.
Cerdo	2019	<i>Salmonella</i> Berta	30; Multi-estado

Los brotes con *Salmonella* con un vínculo a la enfermedad humana pueden tener efectos devastadores en los establecimientos que sacrifican o procesan cerdo contaminado. Por ejemplo, un caso de salmonellosis humana que se derivó del consumo de cerdo tuvo como resultado la suspensión voluntaria de operaciones de un establecimiento, seguida por la solicitud del mismo para que su Concesión de Inspección fuera revocada. Se puede consultar mayor información en [Salmonella enterica serotipo I 4,\[5\],12:i:- Illness Outbreaks Associated with Pork Products \(Brotos de Enfermedades Asociadas a Productos de Cerdo\), 2015-2016 \(usda.gov\)](#).

Sistemas de salubridad de alimentos basados en la ciencia

El FSIS publicó una norma final sobre la [Reducción de Patógenos \(PR\); Sistemas de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control](#) en el año 1996. La norma final requiere que los establecimientos que procesan carne y aves bajo la inspección federal tomen responsabilidad en evitar y reducir los peligros físicos, químicos y biológicos a lo largo del proceso de producción de alimentos implementando un sistema de controles preventivos basados en la ciencia, conocido como el HACCP. Los establecimientos deben tener un sistema de seguridad alimentaria HACCP efectivo para cumplir con los requerimientos reglamentarios con el enfoque en controlar los peligros para evitar la adulteración del producto.

Antecedentes relacionados con las políticas

Bajo la normativa 1996 PR/HACCP, el FSIS estableció estándares de desempeño en salubridad de alimentos para los patógenos en carne y aves crudas para incentivar a la industria a que mejore sus medidas de salubridad de alimentos y responsabilidad. Los estándares de desempeño de *Salmonella* de muchas clases de productos crudos, incluyendo los cerdos de mercado, fueron establecidos para verificar que los establecimientos controlen los peligros de salubridad de alimentos. El FSIS verifica los estándares de desempeño ejecutando un programa de pruebas de verificación de *Salmonella*, por medio del cual el FSIS muestrea y analiza ciertos productos con respecto a la *Salmonella*.

Entre agosto de 2010 y agosto de 2011, el FSIS llevó a cabo un estudio microbiológico de línea base a nivel nacional sobre los cerdos de mercado ([Programa Nacional de Recolección de Datos Microbiológicos: Sondeo de Cerdos de Mercado agosto de 2010 – agosto de 2011](#)). El FSIS diseñó y desarrolló este estudio para estimar el porcentaje positivo y los niveles microbiológicos de patógenos y las bacterias indicadoras (e.g., *Salmonella*, genérica *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacteriaceae* (EB), coliformes totales, y Recuento de aerobios en placa (APC)) en canales de cerdos de mercado como indicadores del control del proceso. A lo largo del sondeo, el FSIS recopiló muestras tipo esponja del pre-eviscerado y post-refrigeración de porciones de panza, jamón, y papada de cerdos de mercado sacrificados en establecimientos federales durante dos turnos de operaciones. El FSIS recolectó un total de 3920 muestras en esponja (1960 en pre-eviscerado y 1960 en post-refrigeración) en 152 establecimientos. Solo se usaron cerdos de mercado para las pruebas en este estudio. Los porcinos verraco y torete, porcino salvaje, porcino roaster, y cerdas fueron excluidas de este estudio.

Los resultados demostraban que la tasa positiva de patógenos era tan baja que el beneficio de salud pública no justificaba el uso de recursos adicionales de la Agencia. Por lo tanto, en el año fiscal 2011, el FSIS discontinuó el muestreo de canales de cerdo de mercado bajo los estándares de desempeño para *Salmonella*.

En el 2015, el FSIS inició el Programa de Muestreo Exploratorio en Productos Crudos de Cerdo (RPPESP; [80 FR 3942](#)) para recopilar datos sobre la presencia de *Salmonella*, y otros patógenos y organismos indicadores en productos de cerdo. El RPPESP incluyó múltiples fases desde el 2015 hasta el 2021 y continúa en la medida que se analizan los datos para tomar decisiones sobre el muestreo de productos de cerdo crudo en el futuro.

Durante la fase inicial el programa de muestreo, los laboratorios del FSIS analizaron aproximadamente 1200 muestras y evaluaron los resultados del muestreo. El FSIS siguió recopilando y analizando productos de cerdo crudo en busca de *Salmonella* mientras diseñaba una segunda fase del estudio. El análisis del FSIS determinó una prevalencia a nivel nacional de *Salmonella* en los productos de cerdo crudos, resaltando la necesidad de tener estrategias de reducción de patógenos adicionales para estos productos. La prevalencia de *Salmonella* fue mayor en los productos desmenuzados (28.9%), seguida por los cortes intactos (5.3%) y no intactos (3.9%) (Scott *et al.*, 2020). El FSIS continúa usando estos datos como sustento para las políticas de salubridad de alimentos sobre los productos de cerdo.

El FSIS publicó una [Norma Final para la Modernización de la Inspección de Sacrificio de Porcinos \(84 FR 52300\)](#) en el 2019, la cual especifica que todos los establecimientos de sacrificio de porcinos deben desarrollar, implementar y mantener en su plan HACCP los procedimientos escritos para evitar la contaminación de las canales y sus partes con patógenos, materia fecal, ingesta y leche. Además, la norma requiere que los establecimientos verifiquen que efectivamente están controlando los patógenos entéricos realizando pruebas en el pre-eviscerado y post-refrigeración o únicamente en la post-refrigeración en los establecimientos pequeños que manejan volúmenes pequeños. Asimismo, el FSIS eliminó los estándares codificados de *Salmonella* para las canales de porcinos de la reglamentación.

[Directriz FSIS: Modernización de Inspección de Sacrificio de Porcinos - Desarrollando Programas de Muestreo Microbiológico en Establecimientos de Sacrificio de Porcinos](#). Esta directriz se diseñó para ayudarle a los establecimientos de sacrificio de porcino, sin importar la clase de porcino, a cumplir con los nuevos requerimientos de muestreo y análisis microbiológico, incluyendo la información del control estadístico del proceso, que aplican a todos los establecimientos oficiales de sacrificio de porcinos como se publicó en la norma final.

Abordaje de intervención de múltiples obstáculos

El FSIS recomienda que los establecimientos sacrifiquen y procesen los porcinos de una forma encaminada a evitar, reducir o eliminar la contaminación que puede ocurrir en cada parte del proceso. Es importante que los establecimientos de sacrificio de porcino tengan un enfoque sobre los procedimientos de faenado sanitario y la prevención de la contaminación a lo largo del proceso de sacrificio y beneficio para evitar y minimizar el riesgo de la *Salmonella* en su operación y productos terminados. El FSIS también recomienda que los establecimientos usen intervenciones de descontaminación y antimicrobianas, cuando sea necesario, para controlar la contaminación que puede ocurrir en el proceso de sacrificio o que pueda darse de alguna manera sobre las canales.

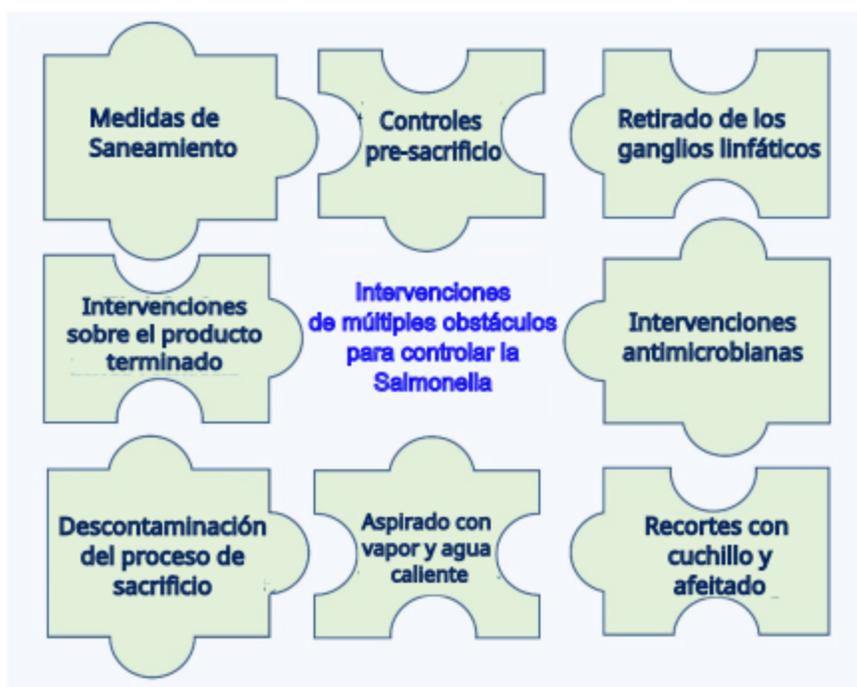
El FSIS recomienda que las estrategias de intervención y control se formulen con base en una combinación de medidas que sean tanto prácticas como económicamente viables. El FSIS recomienda un abordaje multi-obstáculo con intervenciones y controles para reducir la *Salmonella*. El uso de un abordaje de múltiples obstáculos es clave para reducir la *Salmonella* en el ganado en la finca, al momento del sacrificio y en los productos terminados (**Figura 1**). Las intervenciones de múltiples obstáculos en el sacrificio y procesamiento contribuyen a reducir a la *Salmonella* en canales de cerdo y son más efectivas que las intervenciones individuales por sí solas (Young *et al.*, 2016). Dichas combinaciones de múltiples obstáculos deben ser validadas y verificadas por cada establecimiento para tener en cuenta el contexto y las condiciones particulares del establecimiento para cumplir con los requerimientos en [9 CFR 417.4](#).

La prevalencia de la Salmonella en el grupo de animales es un factor significativo para determinar la prevalencia de *Salmonella* y sus niveles en las canales, como se ha demostrado en la producción de cerdo danesa (Alban y Stark, 2005). Este estudio demuestra que las intervenciones multi-obstáculo son más efectivas para reducir la prevalencia de *Salmonella* en canales, incluyendo el chamuscado eficiente y reduciendo la contaminación cruzada durante el pulido, eviscerado y manejo.

Además, la descontaminación con agua caliente es una de las intervenciones más costo efectivas que los establecimientos pueden usar para controlar la *Salmonella* (Goldbach y Alban, 2005).

El FSIS recomienda que los establecimientos regulados se enfoquen en los controles pre-sacrificio, el faenado sanitario efectivo y en los controles sobre el procesamiento para evitar la contaminación microbiológica y la generación de condiciones no sanitarias. Cuando un establecimiento realiza cambios para mejorar el faenado sanitario, esto afecta el control del proceso y debe dar como resultado productos de cerdo que tienen menos contaminación con patógenos, incluyendo la *Salmonella*.

Figura 1. Abordaje de intervenciones multi-obstáculo Existen varias intervenciones y estrategias de control que los establecimientos pueden usar que son tanto prácticas como económicamente viables. El uso de un abordaje de múltiples obstáculos es clave para reducir la *Salmonella* en animales en la finca, en las canales en sacrificio y en los productos terminados de cerdo. Esta figura muestra algunas opciones que los establecimientos pueden considerar como parte de su abordaje.



Controles pre-sacrificio

El FSIS recomienda que los establecimientos trabajen en conjunto y tengan buena comunicación con sus proveedores de animales para identificar y manejar los controles en la finca que apuntan a las diferentes áreas de la producción porcina desde el control pre-sacrificio de *Salmonella* y llegando hasta los establecimientos de sacrificio. En el caso de los establecimientos pequeños y muy pequeños, establecer comunicaciones con sus granjeros y transportadores supone el primer paso para entender qué controles pre-sacrificio pueden estar disponibles para incorporarse y así controlar la *Salmonella* mejor antes de la estabulación.

**Mejores prácticas
recomendadas:
Controles pre-sacrificio**

- Control de roedores, aves salvajes y otras pestes en el alojamiento.
- Instauración de medidas de bioseguridad.
- Controlar la mezcla de lechones en la granja de cría y reducir el contacto humano.
- Realizar un saneado bueno en la finca y control muerto.
- Vacunar el grupo contra la *Salmonella*.
- Manejar la dieta como medida de control contra la *Salmonella*.
- Lavar y desinfectar los camiones de transporte después de cada carga.

El control de la *Salmonella* a nivel de hato es crítico para evitar su propagación en la finca, implementando la higiene en los procesos, manejo del pienso y agua, transporte de animales vivos, y estabulación antes de que los cerdos siquiera lleguen a la línea de sacrificio (De Busser *et al.*, 2013). Un estudio danés (Hurd *et al.*, 2008), midió la relación entre la salud de los cerdos y la contaminación, donde la salud general de los cerdos se calculó con base en las lesiones al momento del sacrificio tales como el número abscesos en cabeza y pelados. Este estudio concluyó que por cada incremento porcentual en lesiones había un incremento porcentual de 4 a 5 veces en la contaminación. Esta correlación fuerte indica que las decisiones de manejo de los animales en la finca que tienen un impacto en la salud de los cerdos tienen un impacto directo sobre la salud pública. Existe una correlación entre la cantidad de cerdos positivos para *Salmonella* en el pre-sacrificio y las canales contaminadas al final de la línea de sacrificio (Vieira-Pinto, 2006). Por lo tanto, el control de la *Salmonella* antes de la llegada del ganado al matadero es uno de los controles más importantes que los establecimientos de sacrificio pueden implementar para reducir la contaminación entrante de *Salmonella*.

Un estudio encontró que la contaminación de las canales se relacionaba principalmente con la probabilidad de que por lo menos un cerdo que contribuía al pool era seropositivo (Baptista *et al.*, 2010). Este hallazgo sugiere que la contaminación de las canales con *Salmonella* provenía de los cerdos entrantes y que el control de la *Salmonella* en la finca es un control importante que

los establecimientos pueden considerar en sus programas de control. En un sondeo y análisis de 23 fincas (San Roman *et al.*, 2017), se identificaron un número de factores de riesgo que se asociaban con la excreción de *Salmonella*, que suponen cerdos que están:

- Por debajo de las 233 libras (106 kilogramos) de peso al momento del sacrificio;
- De fincas pequeñas con menos de 1800 cerdos;
- Sacrificados en la temporada de otoño;
- De fincas que no tienen programas de control de roedores;

- De fincas que no tienen cuartos de ducha y vestir para los empleados; y
- Que se les alimenta con pienso en harina fina en vez de gránulos.

Los controles pre-sacrificio se han identificado como prácticas importantes para mejorar la inocuidad de alimentos (Bearson *et al.*, 2017). Existe una serie de controles e intervenciones pre-sacrificio que los establecimientos deben considerar cuando desarrollan controles de manejo pre-sacrificio para controlar la *Salmonella*. **Los controles e intervenciones pre-sacrificio** suponen una ayuda para que el establecimiento reduzca la propagación de *Salmonella* y mejorar las condiciones y calidad de los cerdos que entran al ambiente de sacrificio. Los establecimientos pequeños y muy pequeños pueden no tener acceso o conversaciones directas con los granjeros o proveedores y posiblemente no pueden implementar las mejores prácticas indicadas en este documento, pero estar al tanto, iniciando con cambios pequeños e identificando los posibles controles pre-sacrificio cuando sea posible, es un primer paso importante. Esto es especialmente importante cuando un establecimiento identifica que la *Salmonella* tiende al alza en los resultados de pruebas microbiológicas del FSIS o del establecimiento. El establecimiento puede observar una pérdida del control sobre el proceso por medio de sus medidas y registros de faenado sanitario, las intervenciones antimicrobianas sobrecargadas o los resultados de pruebas. Por ejemplo, en dicha situación, un establecimiento puede decidir iniciar una conversación el equipo de transporte de animales vivos para garantizar que los camiones se desinfecten y laven entre cada carga que se entrega al establecimiento para reducir la cantidad de barro y suciedad que trae el ganado entrante. Además, un establecimiento puede buscar proveedores y granjeros que estén interesados en un abordaje más holístico desde la finca a la mesa al criar y producir productos de cerdo y, por lo tanto, estén dispuestos a tener conversaciones sobre el pre-sacrificio y a compartir la información de control en la finca.

Pre-sacrificio: crianza en la finca, alojamiento, medidas de bioseguridad

El control de la *Salmonella* inicia en la finca. El entender y emplear estrategias que den respuesta a la diseminación y persistencia de la *Salmonella* puede producir controles efectivos en el pre-sacrificio. La **bioseguridad** se refiere a los procedimientos usados para disminuir la probabilidad de que las enfermedades infecciosas se introduzcan o transmitan en una finca o instalación por medio de las personas, animales, equipos o vehículos. La bioseguridad es una medida importante que puede ayudar a los granjeros a evitar la introducción y reducir la prevalencia de *Salmonella* en porcinos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, 2016)

La Salmonella, incluidas las cepas que son resistentes a los antimicrobianos, pueden persistir en los alojamientos y fácilmente pasar de un rebaño a otro ya que los animales vivos se mueven en la extensión del alojamiento y los mataderos (Bridier *et al.*, 2019).

El control de plagas para los roedores y artrópodos, tales como las cucarachas, pueden reducir la incidencia de contaminación con *Salmonella* en las fincas (Andres-Barranco *et al.*, 2014). Incorporando medidas para evitar las concentraciones de aves alrededor de las instalaciones de la finca para controlar la transmisión de *Salmonella* a los cerdos (Andres-Barranco *et al.*, 2014). Además, la presencia de canales de animales salvajes cerca de las fincas se ha correlacionado con aislados de *Salmonella* spp. en el ganado (Rubini *et al.*, 2016). Por lo tanto, la prevención de la transmisión de la infección por medio del manejo de la vida salvaje supone otro medio importante para el control en la finca (Skov *et al.*, 2008). Otro estudio reveló una correlación en las fincas de cerdos entre una alta prevalencia de excreción de *Salmonella* en los cerdos y niveles altos de *Salmonella* detectados en los pisos de los corrales, botas de los empleados y en los insectos (Barber *et al.*, 2002).

Pre-sacrificio: Gestión del agua y pienso

El FSIS recomienda que los establecimientos consideren la dieta como una importante estrategia de intervención para el control de la *Salmonella* en los cerdos. El manejo del pienso y la acidificación del pienso o el agua usando ácidos orgánicos suponen otros controles pre-sacrificio que pueden ser efectivos para controlar la diseminación de la *Salmonella* en la finca (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, 2016). El entender y controlar la salud intestinal ayuda a disminuir la resistencia a la enfermedad contra la *Salmonella* en cerdos (Argüello *et al.*, 2019). La investigación demuestra que algunos suplementos de pienso, incluyendo el butirato de calcio y los probióticos *Lactobacillus*, *Bacillus licheniformis*, y *Bacillus subtilis* pueden tener efectos medibles contra la *Salmonella* en la granja

Los efectos de esta serie de suplementos de pienso incluyen una disminución de múltiples especies de *Salmonella* y la protección de los lechones recién destetados (De Ridder *et al.*, 2013, Liu *et al.*, 2019, Barba-Vidal *et al.*, 2017). Otros estudios demuestran que algunos suplementos, como las paredes de células de levadura, no tienen un efecto medible sobre la *Salmonella* (Burdick Sanchez *et al.*, 2019).

La excreción de *Salmonella* en las cerdas se asocia a la bacteria intestinal (microbiota) en los lechones, particularmente al final de la gestación (Lariviere-Gauthier *et al.*, 2017). El análisis de la relación entre las cerdas y los lechones demuestra que los lechones desempeñan un papel activo *Salmonella* en las granjas. La disminución de la excreción en cerdas por medio del control de la dieta y el incremento de ingesta de calostro ayuda a controlar la prevalencia de *Salmonella* en los lechones. (Casanova-Higes *et al.*, 2019).

DEFINICIONES CLAVE

Las medidas de bioseguridad son los procedimientos que un productor o procesador puede tomar para proteger a los animales y los humanos previniendo la introducción y reduciendo la transmisión de enfermedades o agentes biológico perjudiciales.

Los controles e intervenciones pre-sacrificio suponen una ayuda para que el establecimiento reduzca la propagación de *Salmonella* y mejorar las condiciones y calidad de los cerdos que entran al ambiente de sacrificio.

Asimismo, el FSIS le recomienda a los establecimientos que evalúen y consideren la calidad ambiental y microbiológica del agua. En un análisis realizado en el 2003, se encontró que el 33.3% de las muestras de agua que beben los cerdos estaba contaminada con *Salmonella* (Hurd *et al.*, 2003). La investigación indica que los aditivos ácidos orgánicos en el agua tienen una efectividad limitada a menos que se agreguen antes de la infección con *Salmonella* en la finca (Arguello *et al.*, 2013; De Busser *et al.*, 2013). Los probióticos (microbianos alimentados directamente) añadidos al agua pueden reducir la excreción fecal y, por lo tanto, evitar una mayor propagación de la *Salmonella*; sin embargo, este aditivo no elimina la presencia de *Salmonella* en el cerdo individual (Walsh *et al.*, 2012).

Pre-sacrificio: Vacuna e intervenciones bacteriológicas

La *Salmonella* se extiende a lo largo de la producción porcina. La vacunación es una medida importante que los productores porcinos pueden utilizar para controlar la presencia de *Salmonella* en sus rebaños. Un desafío para los productores es entender la diversidad de los serotipos de *Salmonella* en la producción para identificar la estrategia de vacunación más eficaz. La investigación sugiere que la vacunación se puede usar para controlar la enfermedad clínica y al mismo tiempo reducir la excreción de *Salmonella* en los rebaños. Como se ha indicado anteriormente, la FSIS recomienda que los establecimientos de sacrificio desarrollen relaciones y tengan comunicación con los proveedores de ganado para establecer medidas que reduzcan la infección y la excreción en los rebaños entrantes.

La investigación demuestra que la vacunación con una vacuna atenuada disminuyó la transmisión de la *Salmonella* en cerdos Typhimurium (De Ridder *et al.*, 2013). Después de la infección experimental con Typhimurium o después de la vacunación con una vacuna inactivada basada en *S. Typhimurium*, se producen los diferentes anticuerpos porcinos y los cerdos infectado o vacunado se podían distinguir (Gebauer *et al.*, 2016). La combinación de una vacuna *S. Typhimurium* atenuada y el refuerzo con una vacuna inactivada *S. Choleraesuis* fue más eficaz para limitar la infección con *S. Choleraesuis* que aplicar la vacuna *S. Choleraesuis* inactivada por sí sola (Alborali *et al.*, 2017). Una vacuna *S. Typhimurium* atenuada protege contra la enfermedad sistemática producida por *S. Choleraesuis* y redujo la excreción en el ambiente limitando la transmisión y mejorando la inocuidad de alimentos (Bearson *et al.*, 2017). En otro estudio se encontró que la vacunación de cerdas y lechones, cerdas y cerdos de engorde, o lechones solos, utilizando una vacuna *S. Typhimurium* atenuada redujo la prevalencia de *Salmonella* en cerdos de sacrificio, pero solo después del segundo ciclo de producción (Peeters *et al.*, 2020).

Varios estudios de laboratorio también demuestran resultados prometedores que continúan dirigiendo los programas de vacunación. Si bien no se ha avanzado para probarlo en porcinos,

la vacuna viva de *Salmonella* Typhimurium atenuada en un modelo de ratón tuvo éxito en la protección de ratones contra la exposición oral letal con una cepa de *S. Typhimurium* virulenta. Además, la cepa atenuada fue fácilmente eliminada del ambiente debido a que no pudo formar una biopelícula y no sobrevivió bajo condiciones deshidratadas (Latasa *et al.*, 2016). La vacunación de ratones con una cepa mutante de la *Salmonella* Typhimurium atenuada en vivo fue efectiva contra la enteropatía proliferativa porcina causada por *Lawsonia interacellularis* y salmonelosis, dando doble protección (Park *et al.*, 2019). El avance de las vacunas para los cerdos continúa mejorando a medida que la investigación se expande y más productores utilizan vacunas para controlar la *Salmonella* en la granja.

Los bacteriófagos (o 'fago') son virus que pueden infectar y matar bacterias como la *Salmonella*. Los bacteriófagos son autoreplicantes y autolimitantes porque sólo se multiplican cuando hay bacterias disponibles. Los bacteriófagos también son específicos de una especie o cepa de bacterias para controlar con precisión a una sola población bacteriana, están disponibles comercialmente y varios son considerados generalmente como inocuos (GRAS). Para obtener más información sobre el estatus GRAS, consulte el [USDA Centro de servicio de inspección de salud de animales y plantas para Veterinarios biológicos](#), el [Programa de notificación GRAS de la FDA](#), y la [Directiva FSIS 7120.1](#). Estos fagos reducen fácilmente los niveles de bacterias en productos y superficies de alimentos, y pueden mejorar el abordaje de múltiples obstáculos para mejorar el control de *Salmonella* y la inocuidad de alimentos (Moye *et al.*, 2018).

Como resultado, estas características hacen de los bacteriófagos una intervención muy útil para controlar la *Salmonella* en cerdos. Un bacteriófago puede ser administrado en cerdos vivos mediante inyección o a través de suplementos alimenticios y el agua. La mayoría de las aplicaciones de bacteriófago dan como resultado una reducción 1-3 **logarítmica** de bacterias, lo que proporciona beneficios significativos para la salud y la inocuidad de alimentos (Moye, *et al.*, 2018).

Los bacteriófagos controlaron eficazmente la *Salmonella* en un modelo de desafío porcino y pueden ser una alternativa a los antibióticos (Seo *et al.*, 2018); sin embargo, este es un tema de investigación y desarrollo actual. Actualmente, existe evidencia limitada de que los bacteriófagos son efectivos en aplicaciones comerciales. En los aislados de tercera generación de *Salmonella* resistente a la cefalosporina, el bacteriófago de la familia P1 ayudó en la detección y propagación de la resistencia antimicrobiana en patógenos (Yang *et al.*, 2018).

Los cócteles de fagos, que son combinaciones de múltiples fagos en una sola dosis donde cada fago se direcciona hacia un patógeno diferente, se pueden utilizar para controlar diversos patógenos de origen alimentario en los alimentos. Los sistemas de fagos de reporte, donde un fago es "reprogramado genéticamente" para expresar una sustancia fácilmente detectada, han sido desarrollados para la detección específica de patógenos en los alimentos (Bai *et al.*, 2016).

DEFINICIONES CLAVE

Reducción logarítmica es un término matemático que describe cuán eficaz es un producto para reducir los patógenos. Una reducción logarítmica es una reducción del 90% de un patógeno.

Por ejemplo, una reducción 2-logarítmica es una reducción del 99% de un patógeno y una reducción 3-logarítmica es una reducción del 99,9% de un patógeno en un producto. La reducción logarítmica de la *Salmonella* y otras bacterias entéricas son mediciones importantes del control de procesos.

Un cóctel de bacteriófagos, cuando se administra a cerdos jóvenes infectados con *Salmonella* Typhimurium, redujo la colonización de *Salmonella* en 2-log a 3-log (99%) en las amígdalas, íleon y ciego. El cóctel también fue efectivamente microencapsulado para su suministro por medio del pienso y el agua (Wall *et al.*, 2010). El tratamiento bacteriófago redujo la *Salmonella* Typhimurium intestinal en cerdos inoculados en comparación con los controles en la necropsia (Callaway *et al.*, 2011).

Además de utilizarse para controlar la infección por *Salmonella* en cerdos vivos, los bacteriófagos pueden utilizarse de otras maneras, como la descontaminación de superficies de preparación de alimentos (Woolston *et al.*, 2013) y para eliminar la *Salmonella* directamente de los productos alimenticios. Se probó un cóctel de seis bacteriófagos dirigidos a la *Salmonella* por su capacidad para reducir los niveles de *Salmonella* en las superficies que imitaban las que se encuentran comúnmente en los establecimientos de procesamiento de alimentos, como el acero inoxidable y el vidrio. Los bacteriófagos redujeron significativamente (en aproximadamente 2-4 logarítmica) la población de cepas susceptibles de *Salmonella* en todas las superficies examinadas (Woolston *et al.*, 2013).

Pre-sacrificio: Transporte de animales vivos

Se sabe que el estrés durante el transporte de los animales vivos al matadero influye en los procesos fisiológicos y bioquímicos de los cerdos (Benjamin, 2005). Se cree que el estrés afecta la ecología bacteriana del tracto gastrointestinal y la inmunidad del animal, lo que resulta en el aumento de la excreción de *Salmonella enterica* (Hurd *et al.*, 2003).

Los factores ambientales en la granja juegan un papel importante en la propagación de la *Salmonella* (Funk *et al.*, 2001b), incluyendo el aumento de la excreción debido a la bioseguridad y los factores ambientales (Funk *et al.*, 2001a). La infección rápida después de la exposición a la *Salmonella* durante el transporte (*ej.*, cuando los remolques no se limpian entre cargas de diferentes fuentes) supone una causa importante al aumentar la prevalencia de *Salmonella* en los cerdos (Hurd *et al.*, 2002). La investigación demuestra una mayor diversidad de serotipos aislados obtenidos después del sacrificio en comparación con los aislados de compañeros de corral necropsiados en la granja (Hurd *et al.*, 2005). Este aumento en la diversidad sugiere que los cerdos pueden estar expuestos a diferentes fuentes de *Salmonella* después de salir de la granja. El FSIS no recomienda combinar rebaños de cerdos durante el transporte (Boes *et al.*, 2001).

Las investigaciones han demostrado que a menudo las áreas que se pasan por alto en las granjas porcinas y los mataderos son zonas de refugio para la *Salmonella*. Los aislados de *Salmonella* aumentaron en las vías utilizadas por los camiones de transporte de animales vivos en el matadero con una prevalencia del 56% antes de la llegada que aumenta al 72% después de la salida (Henry *et al.*, 2018). La *Salmonella* también se encontró en los guardabarros de los camiones, en la alfombra de la cabina del camión, y en los pisos de los camiones que transportan cerdos desde las granjas de cría hasta las granjas de terminado. Por lo tanto, la limpieza y desinfección de los camiones de transporte es esencial para evitar la contaminación cruzada (Henry *et al.*, 2018; Dorr *et al.*, 2009). El lavado y desinfección de los remolques de transporte después de cada carga de cerdos reduce significativamente los niveles de *Salmonella* y reduce la posible propagación en los remolques y lechos contaminados (Rajkowi *et al.*, 1998).

El FSIS recomienda que los establecimientos de sacrificio mantengan una comunicación abierta con los proveedores para garantizar que los procedimientos de limpieza y desinfección sean utilizados para reducir los niveles de *Salmonella* que entran en las instalaciones del matadero y que generan su presencia en la estabulación.

Pre sacrificio: Estabulación

La contaminación microbiológica en el entorno del matadero puede iniciar al momento de la entrega de los cerdos positivos para *Salmonella*. Sin embargo, hay evidencia científica significativa de que muchos cerdos están expuestos a la *Salmonella* durante la estabulación. La estabulación se define como el alojamiento que se dispone para el ganado que se transporta al establecimiento o se tienen en el mismo. Incluye las bahías y rampas de descarga, los pasillos de movimiento y los corrales de estancia en el establecimiento. El conocer las áreas que potencialmente pueden contaminarse significativamente puede servir como refuerzo para reducir la *Salmonella* durante el sacrificio. Los estudios también han demostrado que mejorar el saneamiento previo al sacrificio puede reducir los niveles de exposición a la *Salmonella*. El FSIS recomienda que se continúen los estudios y generación de soluciones por parte de la industria para controlar y reducir la propagación de la *Salmonella* en las instalaciones de sacrificio de cerdos con especial atención a los controles en la estabulación.

Los estudios científicos indican que la estabulación es un factor significativo en la propagación de la *Salmonella*. La contaminación de los corrales puede provocar la contaminación de los cerdos en las heces, los contenidos cecales y los ganglios linfáticos mesentéricos (Dorr *et al.*, 2009). Un estudio del procesamiento de sacrificio de cerdos concluyó que las medidas preventivas en la estabulación son medidas rentables que un establecimiento puede tomar para evitar la contaminación cruzada que conduce a una infección rápida (Van der Gaag *et al.*, 2004). El transporte prolongado y la tenencia en estabulación pueden inducir a la excreción de *Salmonella* por cerdos infectados (Alban y Stark, 2005).

Varios estudios brindan información sobre la ecología previa al sacrificio de la *Salmonella* durante la estabulación (Hurd *et al.*, 2001a, b; Hurd *et al.*, 2002; Hurd *et al.*, 2003). Estos estudios sugieren lo siguiente:

- Los cerdos se contaminan internamente con *Salmonella* (Hurd *et al.*, 2001a);
- La contaminación de la superficie del corral de estancia refleja la calidad de las prácticas en planta y puede no ser una medición útil de la prevalencia pre-sacrificio (Hurd *et al.*, 2001b); y
- Durante la estancia se produce una infección rápida, lo que sugiere que el corral de estancia es un punto de control de *Salmonella* importante en la cadena de producción de carne de cerdo antes del sacrificio (Hurd *et al.*, 2003).

El FSIS recomienda que los establecimientos utilicen una variedad de medidas preventivas en la estabulación para evitar y reducir la propagación de la *Salmonella* al interior y entre los rebaños entrantes, incluyendo la minimización del tiempo en que los cerdos se tienen en estabulación (Hurd, 2001b) y la prevención del hacinamiento durante el tiempo en estabulación (Hurd, 2001a, b).

Se ha demostrado que la limpieza y desinfección entre lotes de cerdos es eficaz para disminuir los niveles de *Salmonella* en cerdos que van a ser sacrificados. Sin embargo, el FSIS recomienda medidas de control adicionales debido a una alta prevalencia de infección de en cerdos consiguientes que se ubican en los mismos corrales de estancia, y la presencia de roedores, que puede contribuir a la transferencia de patógenos entre lotes de cerdos (Martelli *et al.*, 2017).

Se requiere que los establecimientos proporcionen agua dulce en los corrales de estabulado para cumplir con los requisitos de manejo humanitario ([9 CFR 313.2\(e\)](#)). Las mejores prácticas también incluyen cambiar el agua entre rebaños para minimizar la contaminación cruzada, si no se usan abrevaderos automáticos (Rostagno *et al.*, 2003). Mantener los corrales de estabulado en buenas condiciones es necesario para evitar lesiones a los animales y cumplir con los requisitos reglamentarios en [9 CFR 313.1](#). También hace posible limpiar y desinfectar los corrales para evitar el albergue de microorganismos. Los suelos de listones, inclinados o elevados son importantes para reducir los residuos y la acumulación de agua que puede contribuir a la propagación de la *Salmonella*. Además, a menudo es más práctico para los establecimientos limpiar y desinfectar los corrales y los pasillos cuando las estructuras están vacías.

Segregar los rebaños positivos para *Salmonella* y procesarlos al final del día de producción es una medida de control importante para evitar la propagación de la *Salmonella* entre los rebaños (Alban y Stark, 2005; Berriman *et al.*, 2013; Boes *et al.*, 2001).

Los establecimientos deben evitar la combinación de rebaños durante la estabulación (Borch, 1996; Alban y Stark, 2005). El FSIS también recomienda a los establecimientos desinfectar los corrales de estabulación y los pasillos entre rebaños entrantes, utilizando limpiadores y desinfectantes eficaces, como los detergentes alcalinos con cloro, seguido de la desinfección con una solución de amonio cuaternario (Dehalle *et al.*, 2008). Existen varios limpiadores y desinfectantes que los establecimientos pueden elegir usar y esas decisiones deben basarse en las características únicas del plan de salubridad de alimentos de un establecimiento y el soporte disponible. Los mataderos pueden tener una colonización persistente de *Salmonella*, incluyendo cepas con resistencia antimicrobiana,

PUNTOS CLAVE

Medidas de control de la *Salmonella* en la estabulación

- Minimizar el tiempo que los cerdos permanecen en estabulación.
- Evitar el hacinamiento durante el tiempo de estabulación.
- Mantener el agua en los corrales fresca y cambiarla después de cada rebaño.
- Utilizar pisos de listones, inclinados o elevados en los corrales de estabulación para reducir los residuos y la acumulación de agua.
- Mantener los corrales de estabulación en buenas condiciones para evitar lesiones a los animales.
- Evitar la combinación de rebaños.
- Desinfectar los corrales de estabulación y los pasillos entre rebaños, cuando sea práctico, utilizando limpiadores y desinfectantes eficaces.
- Asegurarse de que los cerdos estén limpios y estén lo suficientemente secos para evitar el goteo en el momento del aturdimiento.
- Segregar los rebaños positivos para *Salmonella* y procesarlos al final del día de producción.

en la medida en que los animales pasan por el proceso. Los procedimientos de limpieza y desinfección pueden reducir la presencia de *Salmonella* en los corrales de estabulación; sin embargo, la limpieza intensiva por sí sola no es suficiente. Cuando es práctico, dejar que los corrales que se limpiaron y desinfectaron se sequen antes de introducir animales en los corrales de estabulación, tiene como resultado una reducción más eficaz de los niveles de contaminación microbiológica (Boughton *et al.*, 2007). Un proceso de multi-etapa usando detergente para limpiar y un desinfectante a base de clorocresol para desinfectar seguido de 24-48 horas de secado fue el enfoque más exitoso para eliminar la presencia de *Salmonella* de los corrales de estabulación en un estudio (Walia *et al.*, 2017). El secado de los corrales de estabulación con un secado con aire o con calentadores u otros medios puede ayudar significativamente a reducir la presencia de *Salmonella* y su propagación entre los rebaños que se mueven a través de los corrales de estabulación. En otro estudio, los procedimientos de limpieza y desinfección en el matadero no llevaron a cambios en la susceptibilidad a los antimicrobianos, pero estos procedimientos sí cambiaron los tipos de bacterias que podían persistir en el matadero (Bridier *et al.*, 2019). Por lo tanto, el control en finca de la *Salmonella* es importante además de limpiar y desinfectar en la estabulación.

Las duchas de corrales también son medidas importantes para garantizar que los cerdos se laven bien, cuando sea apropiado. El FSIS recomienda a los establecimientos que consideren las condiciones climáticas y cuando sea apropiado utilicen duchas de corral porque las condiciones de frío y la formación de hielo pueden crear problemas para el bienestar del animal. La limpieza de los cerdos que entran al matadero afecta al estado microbiológico final de la canal; por lo tanto, lavar los animales antes del sacrificio y los otros controles previos al sacrificio son importantes para reducir la *Salmonella* durante todo el proceso (Letellier *et al.*, 2009). Además, el FSIS recomienda que los cerdos también estén lo suficientemente secos como para evitar que se produzcan goteos al momento del aturdimiento; si están goteando, la humedad puede contribuir a la contaminación cruzada durante el proceso de sacrificio.

Se ha demostrado que la contaminación bacteriana en el aire se propaga desde la estabulación hasta la sala de sacrificio, la habitación limpia y en los enfriadores; por lo tanto, la FSIS recomienda a los establecimientos tomar precauciones para limitar el exceso de aspersión y la aerosolización a través de técnicas y equipos (Kotula y Emswiler-Rose, 1988; Rahkio y Korkeala, 1997; Pearce *et al.*, 2006). Los establecimientos deben minimizar la contaminación aérea garantizando una ventilación adecuada y controlando el flujo de aire en el establecimiento para separar las áreas altamente contaminadas (*ejemplo*, línea de sacrificio) de áreas con niveles bajos de contaminación (*ejemplo*, las áreas de procesamiento final más frías) (Bolton *et al.*, 2002b).

Las medidas tomadas en el pre-sacrificio por sí solas no son suficientes para reducir la *Salmonella* en las canales; el FSIS recomienda que los establecimientos también implementen controles en sacrificio para reducir la prevalencia en las canales de cerdo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, 2016).

Prevención de la contaminación cruzada por medio del Faenado sanitario

La contaminación cruzada se produce cuando los patógenos se transportan en la extensión del establecimiento y se adhieren a las canales, partes y superficies de contacto de la carne. La investigación demuestra que puede haber contaminación bacteriana en el aire a niveles de hasta 3,5 log₁₀ CFU/m³ al interior del establecimiento de sacrificio (Bolton *et al.*, 2002b). Además, la *Salmonella* puede sobrevivir en aerosoles a 24 °C/ 75.2 °F y 75% de humedad por períodos superiores a las 24 horas (McDermid y Lever, 1996). Estas correlaciones positivas dentro del entorno sugieren que el aire contaminado puede ser una fuente de contaminación de las canales. Los establecimientos pueden hacer frente a los contaminantes aéreos tomando las medidas apropiadas para reducir la aerosolización de la suciedad al recibir los animales vivos y en su estancia, evitando que los animales parcialmente faenados entren en contacto físico entre sí y con equipos y herramientas contaminados. Los establecimientos pueden limitar también el salpicado de agua y otros líquidos a lo largo del proceso de sacrificio y faenado.

Los establecimientos deben enfocar los controles de proceso en evitar la contaminación para cumplir con [9 CFR 310.18 \(c\)](#), la cual requiere que todos los establecimientos que sacrifiquen cerdos deben desarrollar, implementar y mantener procedimientos escritos en sus sistemas HACCP (plan HACCP, Procedimientos operativos estándar de saneamiento o programa de requisito previo) para evitar la contaminación de canales y partes por patógenos entéricos, heces, ingesta y leche durante toda la operación de sacrificio y faenado.

Los inspectores de FSIS realizan la inspección post mortem tal como se describe en la [Directiva FSIS 6100.2, Inspección Post-Mortem de Ganado](#). Los inspectores del FSIS verifican que los establecimientos prevengan eficazmente la contaminación de las canales y partes de cerdos durante toda la operación de sacrificio y faenado, tal como lo requiere [9 CFR 310.18 \(c\)](#). Los inspectores del FSIS también verifican que los establecimientos cumplan con los requisitos de registro en [9 CFR 310.18 \(d\)](#) tal como se describe en la [Directiva FSIS 6410.4, Verificación de los establecimientos de sacrificio de cerdos para que mantengan los procedimientos adecuados para evitar la contaminación de canales y sus partes con patógenos entericos](#). Los requisitos de [9 CFR 310.18 \(c\) y \(d\)](#) se aplican a todos los establecimientos de sacrificio porcino según la [Norma final para la modernización de la inspección de sacrificio de cerdos \(84 FR 52300\)](#).

[El 9 CFR 416.3](#) exige que los establecimientos mantengan sus equipos y utensilios en una condición sanitaria para no adulterar el producto. El FSIS le recomienda a los establecimientos que utilicen el equipo adecuado y dispongan sus equipos en una configuración diseñada para evitar la contaminación cruzada de las canales y sus partes. El establecimiento debe utilizar el equipo

PUNTOS CLAVE

Evitar la contaminación cruzada

- Minimizando la contaminación del aire implementando la ventilación y el control efectivo del flujo de aire.
- Desinfectando los equipos y las herramientas.
- Exigiendo el lavado de manos de los empleados para evitar la contaminación durante el proceso.
- Separando las áreas de procesamiento y las instalaciones para el lavado de manos, el acceso a las instalaciones de aseo y las áreas donde se cambian de ropa y el calzado.
- Ubicando paredes y otras estructuras de separación, entre procesos "sucios" y "limpios", para maximizar la separación espacial de las actividades.

diseñado de tal manera que se limpie y desinfecte adecuadamente a diario o tan a menudo como sea necesario para evitar las condiciones insalubres. Los establecimientos deben asegurarse de que los lavamanos funcionales estén adecuadamente ubicados, con unidades de lavado y desinfección de manos estratégicamente colocadas en el piso de sacrificio para cumplir con los requisitos en [9.CFR parte 416](#).

La contaminación cruzada representa alrededor del 30% de la contaminación de las canales de porcino (Botteldoorn *et al.*, 2003). Los establecimientos de abasto pueden reducir la prevalencia de patógenos realizando sus operaciones de una manera que reduzca la contaminación y los eventos de contaminación cruzada. Por ejemplo, un estudio encontró que los equipos de cuchillo de inserción y de división de la canal resultan positivos para *Salmonella* y pueden ser una fuente de contaminación cruzada (Botteldoorn *et al.*, 2003). Los establecimientos pueden eliminar o reducir la contaminación a través de la separación adecuada de las canales, partes y vísceras durante el faenado, con la limpieza de rutina y la desinfección de equipos y herramientas manuales. Las buenas prácticas de faenado sanitario generalmente prescriben que se debe desinfectar el equipo entre cada canal que pasa.

El mantenimiento sanitario de los equipos de matadero, las buenas prácticas de sacrificio y el lavado y desinfección efectivos de los equipos y materiales en las etapas a lo largo del proceso son fundamentales para reducir la contaminación por *Salmonella*. Si las condiciones sanitarias no se mantienen durante el sacrificio y el procesamiento, las principales reducciones en la carga microbiológica señaladas en ciertas etapas del proceso pueden ser contrarrestadas por la contaminación cruzada o la recontaminación en etapas posteriores (Young *et al.*, 2016).

Los establecimientos deben disponer de procedimientos para abordar las principales vías de contaminación cruzada, incluyendo:

- Las bacterias aerotransportadas de una perturbación física o mecánica;
- La contaminación de paredes o pisos por salpicaduras de fluido contaminado;
- El contacto con superficies sucias por medio del equipo, manos y ropa; y
- El contacto entre canales, partes y vísceras que no se separan adecuadamente.

Introducción al proceso de sacrificio

El monitoreo constante de los controles del establecimiento a lo largo del proceso de sacrificio, faenado y la fabricación supone un medio para determinar si se logra el control del proceso. El muestreo es otra forma de evaluar el control efectivo del proceso. Las modificaciones adecuadas de las operaciones del establecimiento basadas en la información proporcionada en esta guía deben reducir los niveles de *Salmonella* en las etapas del sacrificio.

La presencia de Salmonella en las canales de cerdo se estudió en dos grandes plantas de procesamiento de carne de cerdo comercial de Estados Unidos con una prevalencia de *Salmonella* general en las canales en el pre-escaldado (91,2%), pre-eviscerado (19,1%), y después de la refrigeración (3,7%) (Schmidt *et al.*, 2012).

Se estudiaron los niveles de contaminación con *Enterobacteriaceae* y *Salmonella* spp. después de ocho pasos de procesamiento, incluyendo el aturdimiento, sangrado, escaldado, chamuscado, pulido, eviscerado, inspección final y refrigeración. Los resultados muestran que el escaldado y el chamuscado condujeron a disminuciones en el total de conteos bacterianos viables; en contraste, todos los demás pasos del proceso condujeron a aumentos en el total de conteos bacterianos viables (Wheatley *et al.*, 2014). La contaminación microbiológica relacionada con la inocuidad y el deterioro de los alimentos muestra patrones de contaminación similares a lo largo del sacrificio, el beneficio y las etapas de procesamiento en el sacrificio de cerdos (Zwirzitz *et al.*, 2019). Estos estudios dan evidencia de que la implementación de un enfoque de múltiples obstáculos para controlar la *Salmonella* y los procedimientos de monitoreo en cada paso durante todo el proceso de sacrificio son necesarios para evaluar la efectividad de las intervenciones. Cada establecimiento debe validar y verificar la efectividad de cada intervención ([9 CFR 417.4](#)). Para obtener mayor información sobre la validación, consulte la [Directriz de la FSIS para la Validación de Sistemas de HACCP](#).

El FSIS también ha proporcionado orientación para los establecimientos que diseñan planes HACCP tal como se muestra en el Modelo [HACCP para el Nuevo Sistema de Inspección de Porcinos \(NSIS\)](#).

Aturdimiento

Existen varias maneras de aturdir cerdos que cumplen con la normativa FSIS, incluyendo el dióxido de carbono (CO₂) ([9 CFR 313.5](#)), la bala cautiva ([9 CFR 313.15](#)), disparo de pistola ([9 CFR 313.16](#)), y la electrocución ([9 CFR 313.30](#)). Estos métodos deben inmediatamente dejar al animal inconsciente e insensible al dolor. Se requieren métodos de aturdimiento adecuados para que un establecimiento cumpla con la Ley de Métodos Humanitarios de Sacrificio.

El aturdimiento también puede afectar la calidad de la carne, incluyendo su color, ternura y capacidad de retención de agua (Rosenvold y Andersen, 2003).

El aturdimiento con CO₂ y los métodos de aturdimiento con electro-narcosis no tienen ningún efecto en la microbiología de la canal (Dehalle *et al.*, 2008). No se esperaría que el aturdimiento de bala cautiva afecte la prevalencia de la *Salmonella*, pero no se han identificado estudios de investigación sobre su prevalencia cuando se usa este método.

PUNTOS CLAVE

Medidas básicas de saneado

- Mantener un saneamiento adecuado de los corrales.
- Mantener una separación sanitaria adecuada entre cada canal en el riel, y entre partes y vísceras durante el faenado.
- Realizar limpieza y desinfección de los equipos y herramientas manuales que se utilizan para preparar la canal antes de abrirse, y eliminar la contaminación visible después de cortar al interior de la canal.
- Diseñar y organizar los equipos para evitar el contacto de canales y partes de canales sucesivas con equipo contaminado.
- Lavar frecuentemente las manos y los delantales que entran en contacto con las canales.
- Implementar intervenciones de descontaminación y antimicrobianas utilizando parámetros operativos críticos adecuados.

Sangrado

El proceso de sangrado da como resultado una acumulación significativa de fluidos corporales, heces y suciedad en paredes y suelos y es una fuente común de contaminación cruzada. El porcentaje de canales contaminados con *Salmonella* incrementa después del sangrado (Bolton *et al.*, 2002b). El FSIS recomienda a los establecimientos que se hagan un esfuerzo por evitar que las canales toquen el suelo ya que el piso se ha identificado como una fuente de patógenos, incluyendo la *Salmonella* (Mafu *et al.*, 1989; Hald, 1999).

El FSIS recomienda que los cuchillos sean desinfectados entre canales sucesivas; un estudio demostró que los cuchillos de inserción resultaban positivos para la *Salmonella* y pueden ser una fuente de contaminación cruzada (Botteldoorn *et al.*, 2003). Además, la eficiencia y el control del uso de los cuchillos es importante para evitar las heridas demasiado profundas. Las heridas profundas pueden penetrar en la orofaringe o pueden introducir agua y patógenos escamosos, como la *Salmonella*, en la cavidad pleural.

Escaldado

El FSIS recomienda que los establecimientos consideren el tipo de cerdo, la estación y el equipo utilizado para determinar y dar sustento de la duración y temperatura adecuada para el escaldado. La limpieza de los cerdos y el estado del agua de escaldado fueron factores que se asociaron significativamente con la *Salmonella* en las canales al final del proceso de sacrificio en un estudio (Letellier *et al.*, 2009). Otro estudio demostró que las temperaturas no adecuadas de los tanques de escaldado pueden aumentar la contaminación bacteriana (Gracey, 2015). Se ha demostrado que el agua de arrastre en el tanque de escaldado que se mantiene a un mínimo de 60°C/140°F reduce la carga bacteriana hasta en un 4-log. El escaldado a 61 °C/142 °F o superior durante al menos 8 minutos puede ser adecuado si la duración es adecuada (Bolton *et al.*, 2002b; Hald, 1999). Se ha demostrado que el control del tiempo y la temperatura, así como la supervisión de estos valores, reducen de forma fiable los riesgos de contaminación de las canales y la propagación de *Salmonella* en productos terminados de carne de cerdo (Bolton *et al.*, 2003). En los establecimientos muy pequeños en los que a menudo se realizan procesos de escaldado y depilado en un mismo paso, el FSIS recomienda que la temperatura del agua esté por encima de los 62 °C/144 °F para garantizar que la *Salmonella* y otras bacterias, tanto en el agua como en la canal, sean destruidas durante el escaldado (Hald, 1999; Davies *et al.*, 1999; Mafu *et al.*, 1989).

El escaldado vertical utilizando vapor, donde el túnel de escaldado vertical se mantiene a una temperatura mínima de 61°C/ 141.8°F durante 6-7 minutos, elimina las posibilidades de contaminación relacionadas con el contacto de la canal con agua contaminada en una tina de escaldado. La técnica de escaldado vertical proporciona los beneficios del escaldado, pero también elimina la posibilidad de que el agua de escaldado contamine la carne a través de la herida de inserción. El escaldado vertical también disminuye la contaminación bacteriana en los pulmones y reduce las posibilidades de degeneración muscular y el desarrollo de músculo pálido, suave y exudativo. Además, la temperatura interna de la carne no supera los 41°C/105°F (Gracey, 2015). El escaldado a vapor vertical reduce el consumo de agua así como los costos de operación, ya que la refrigeración del condensador en el túnel de vapor también se puede utilizar en la máquina de depilado.

El FSIS recomienda a los establecimientos que tomen los siguientes pasos para garantizar que el agua de escaldado se encuentre a la temperatura correcta y para minimizar la contaminación:

- Evacuar las heces del recto o implementar un sistema de taponamiento del ano (cono);
- Lavar la canal evacuada antes del escaldado;
 - Asegurarse de que la escaldadora sea fácil de limpiar, esté en buenas condiciones, y se pueda reparar oportunamente para mantener las condiciones sanitarias;
 - Mantener un suministro limpio de agua. Cambie el agua de escaldado como mínimo a diario para evitar la acumulación de carga orgánica;
 - Drene y limpie el escalador a diario como mínimo, prestando especial atención a los puntos de soldadura y las áreas ásperas y rayadas al interior del tanque para garantizar una limpieza eficaz;
 - Eliminar o evitar acumulaciones de cabello y materia orgánica de la escaldadora y la máquina de depilado tanto antes como durante las operaciones;
 - Controlar la condensación dentro de la instalación como sea necesario para mantener las condiciones sanitarias;
 - Asegurarse de que la recirculación de agua no dé lugar a la acumulación de cabello y residuos y no afecte el control de temperatura;
 - Utilizar una aplicación de contra-corriente, que es agua de escaldado fresca o recirculada que fluye hacia el escalador en una dirección opuesta a la de las canales, para aumentar la eficiencia de calentamiento y la limpieza del agua;
 - Añadir un agente antiespumante al agua de escaldado para reducir la acumulación de carga orgánica en espuma cuando se utiliza un sistema de agua; y
 - Utilizar el escaldado de vapor vertical a 100 °C/212 °F para obtener un suministro constante de vapor limpio y así evitar que se acumule una carga orgánica.

Depilado

Normalmente las canales pasan a través de un tanque de escaldado para aflojar el cabello antes de que la máquina de depilado retire el cabello. Las máquinas de depilado a menudo utilizan mayales de goma con punta de metal de alta velocidad para retirar el cabello de la canal. Este proceso, cuando retira el cabello, también agita la suciedad, los patógenos y otros contaminantes de la piel de la canal. Puede causar que las heces se filtren desde el ano, y purgar los contenidos del estómago.

Como resultado, el equipo se contamina y puede provocar la contaminación cruzada de las canales. El equipo de depilado es una fuente importante de contaminación bacteriana (Davies *et al.*, 1999; Gill and Bryant, 1993; Gill and Jones, 1995; Morgan *et al.*, 1987; Yu *et al.*, 1999; Centro de Investigación de Ingeniería de la Refrigeración y Procesamiento de los Alimentos, 2007) con un 4.4 a 6.2 log de bacterias estando presentes en el equipo 3 horas tras el inicio del sacrificio (Rivas *et al.*, 2000). La contaminación en la maquinaria de depilado se debe típicamente al material fecal evacuado del caño durante el depilado. Para evitar la contaminación fecal de los equipos de depilado y evitar la contaminación cruzada, los establecimientos deben utilizar un cono de plástico, insertado en el ano (Morgan *et al.*, 1987). El taponamiento del ano es eficaz para evitar la fuga fecal durante el procesamiento y se recomienda en combinación con el lavado del ano previo al escaldado y depilado para reducir aún más la contaminación (Purnell *et al.*, 2010).

El FSIS recomienda que los establecimientos adopten medidas para garantizar que el depilado sea eficaz y eficiente. Algunas de las mejores prácticas, que dependen del tipo de equipo utilizado, incluyen:

- Limpiar y desinfectar el equipo de limpieza con regularidad;
- Eliminar todo el material orgánico y los restos del equipo de depilado al final del día de producción lavando a fondo con agua o desinfectante (Bolton *et al.*, 2002);
- Utilizar el agua caliente con temperatura controlada entre 60 °C-62 °C/140 °F-144 °F en la máquina de depilado, si el agua no es tratada químicamente (7 ICMSF, 1998);
- Utilice métodos para evitar la evacuación fecal antes del depilado (Bolton *et al.*, 2002b);
- Tener procedimientos para limpiar las canales contaminadas que excretan material fecal después de haber del depilado y antes del colgado y volver a colgarlas;
- Evitar los cortes que atraviesan la piel para reducir la introducción de bacterias en el interior de la canal; y
- Usar un cuchillo extremadamente afilado para el rasurado a mano.

Si bien estos pasos son importantes, la investigación indica que la limpieza y la desinfección pueden ser ineficaces si el desinfectante no llega a todas las partes del equipo debido a un mal diseño (Rivas *et al.*, 2000). El FSIS recomienda que los establecimientos garanticen que el equipo se puede limpiar y desinfectar para cumplir con [9 CFR 416.3](#). Algunos establecimientos pueden beneficiarse del uso de un sistema de limpieza en el sitio (CIP) a lo largo de la producción ya que se puede aplicar de forma continua; sin embargo, dicho sistema requiere de una inversión significativa y un equipo adecuado. El FSIS recomienda que los establecimientos implementen un enfoque de intervención de múltiples obstáculos ([Método de intervención de múltiples obstáculos](#)) porque si bien el lavado de las canales con agua caliente y la aplicación de intervenciones antimicrobianas pueden reducir el número de patógenos,

el potencial de reintroducción de la contaminación en etapas posteriores del procesamiento pueden inhibir la eficacia del lavado por sí solo (Bolton *et al.*, 2002a).

La *Salmonella* también ha sido detectada en muestras de aire en los sitios donde se realizan las operaciones depilado y eviscerado (Pearce *et al.*, 2006). Además, la *Salmonella* puede sobrevivir en aerosoles a 24 °C/75.2 °F y 75% de humedad por períodos superiores a 24 horas (McDermid y Lever, 1996).

DEFINICIONES

CLAVE

Los parámetros operativos críticos son las condiciones específicas en las que debe efectuarse una intervención para que sea efectiva.

Estos pueden incluir condiciones tales como la concentración química, tiempo de aplicación, pH, temperatura, presión, tiempo de contacto, cobertura del producto, configuración espacial y ajustes o calibración de los equipos.

Un estudio irlandés encontró que la contribución calculada de la *Salmonella* aérea a la contaminación de las canales en el establecimiento de sacrificio era insignificante, aunque los niveles de *Salmonella* en el aire en los establecimientos estudiados eran esporádicos (Okraszewska-Lasica *et al.*, 2014). El FSIS recomienda que los establecimientos minimicen la contaminación por medio aéreo garantizando una ventilación adecuada y un control del flujo de aire en el establecimiento para separar las zonas altamente contaminadas (*por ejemplo*, línea de sacrificio) de las áreas con niveles bajos de contaminación (*p. ej.*, refrigerador) (Bolton *et al.*, 2002b).

Chamuscado

El chamuscado, o la quema del pelo, es un paso clave para reducir la contaminación microbiológica, que incluye la *Salmonella*, en las canales de cerdo (Saide-Albornoz *et*

al., 1995; Bolton *et al.*, 2002; Pearce *et al.*, 2004; Alban and Stark, 2005; James *et al.*, 2007). El chamuscado puede eliminar la *Salmonella* en la superficie de la canal de forma muy eficaz. Diversos estudios han demostrado que el chamuscado logra una reducción de 2,5-3,0 log₁₀ CFU/cm² en la carga microbiológica total (Bolton *et al.*, 2002; Pearce *et al.*, 2004) y una reducción de la incidencia de *Salmonella* del 7% al 0% (Pearce *et al.*, 2004). Un único proceso de chamuscado puede disminuir la presencia APC en 2.2-2.5 log₁₀ CFU/cm² (Dehalle *et al.*, 2008), aunque algunas bacterias pueden seguir sobreviviendo en los folículos pilosos y pliegues de la piel en la base y dentro de los oídos. Los establecimientos deben entender que estas zonas pueden convertirse en fuentes de recontaminación en pasos posteriores del procesamiento, como el pulido. El FSIS recomienda que los cuchillos se desinfecten con frecuencia en los establecimientos que no chamuscan, sino que en su lugar utilizan el descuerado para eliminar el pelo y cuero.

Aspirado con vapor y agua caliente

Los establecimientos productores de carne de cerdo utilizan agua caliente, la pasteurización a vapor y lavados con ácidos orgánicos para controlar la *Salmonella* y evitar el crecimiento en varios puntos a lo largo de todo el proceso. La eficacia de estas intervenciones puede variar en función de los parámetros operativos críticos específicos que se usan, como la temperatura del agua, la presión del agua, la duración de la aplicación y la concentración química.

Los cambios de prevalencia de la *Salmonella* están asociados con los tratamientos de descontaminación con lavado, aerosoles y vapor en las canales de cerdo; sin embargo, no existe evidencia sólida referente a la eficacia de una intervención en particular sobre otra (Totton *et al.*, 2016). El nivel inicial de contaminación de las canales y la adhesión bacteriana en la superficie de la carne también pueden influir en la efectividad de las intervenciones. Se pueden utilizar cajones de aspersión automatizados o sprays portátiles, teniendo en cuenta que la eficacia de las intervenciones varía en función de los parámetros operativos críticos utilizados, y se requiere un soporte científico adecuado de los establecimientos que utilizan estas intervenciones. Como se ha indicado anteriormente, el FSIS recomienda que los establecimientos utilicen un enfoque de múltiples obstáculos ([Método de intervención de múltiples obstáculos](#)) para reducir la contaminación de las canales en todo el proceso, de tal manera que las intervenciones no se sobrecarguen con la carga bacteriana entrante.

Los lavados con agua caliente y la pasteurización a vapor son eficaces para reducir la contaminación por *Salmonella* en las canales de cerdo. La descontaminación del agua caliente, donde cada canal se asperje con agua caliente a 80 °C/176 °F durante 12-15 segundos, reduce la *E. coli* y *Salmonella* spp. más que 2-log (Alban and Sorenson,

La superficie de una canal de cerdo tiene muchos poros. Las soluciones desinfectantes pueden no entrar en los poros en la piel porque la tensión superficial evita que el líquido entre en los poros. El aspirado, sin embargo, funciona para eliminar el aire y la humedad de los poros de la canal, y cuando se aplica el vapor, la bacteria puede ser matada fácilmente. Este proceso de aspirado y vapor ha demostrado reducir la carga de patógenos por 1.0-2.0 log (Kozempel *et al.*, 2003). Además, un estudio demostró que la combinación de vapor caliente y la aspersión con una solución de ácido láctico redujo los recuentos microbiológicos de la superficie y ralentiza el crecimiento microbiológico durante el almacenamiento (Pipek *et al.*, 2006).

El vapor y el aspirado de agua caliente son procedimientos de descontaminación importantes que se pueden aplicar en diferentes puntos durante el sacrificio y el procesamiento. Este tratamiento se puede utilizar para prolongar la vida útil y aumentar la salubridad de las canales de cerdo (Pipek *et al.*, 2006). Para los pequeños y muy pequeños establecimientos, se ha demostrado que los limpiadores de vapor domésticos son efectivos para reducir la *Salmonella* y las poblaciones bacterianas en las canales de cerdo (Trivedi *et al.*, 2007), y además también son rentables y fáciles de operar.

El FSIS recomienda que los establecimientos tomen las siguientes medidas para garantizar que el vapor y aspirado con agua caliente sea eficaz y eficiente:

- Utilice el tipo de boquilla adecuado y mantenga la temperatura y la presión adecuadas (Pipek *et al.*, 2006);
- aspire las canales desde la parte superior de la canal colgada (patas traseras) hasta la parte inferior (cabeza) usando vapor a 35 °C/90-95 °F (Pipek *et al.*, 2006); y
- Limpie el equipo con frecuencia en un horario constante.

Pulido

PUNTOS CLAVE

El pulido es un modo primario de recontaminación de la canal de cerdo después del chamuscado

Los pulidores deben limpiarse a fondo y a diario.

Evite utilizar agua en exceso durante el pulido para reducir la propagación de la contaminación microbiológica en la canal.

El escaldado y el chamuscado pueden reducir en gran medida las bacterias en la piel del cerdo; sin embargo, la piel a menudo se vuelve a contaminar cuando la canal pasa a través de un equipo de depilado y pulido (Yu *et al.*, 1999). La máquina de pulido es una herramienta utilizada para eliminar el cabello suelto y hollín de la canal, lo que conduce a canales visiblemente más limpios. El pulido es un modo primario de recontaminación de la canal de cerdo después de las reducciones microbiológicas que se logran durante el chamuscado (James *et al.*, 2007; Bolton *et al.*, 2002b; Snijders *et al.*, 1984; Gill *et al.*, 1995; Hald, 1999; Hald *et al.*, 2003). Si bien el pulido genera una apariencia más limpia de la canal, es un punto de contaminación frecuente, porque las bacterias que permanecen en los pliegues de la piel, los oídos, y los folículos pilosos después del depilado se pueden redistribuir a través de la canal por el pulido (Channon, 2014). Las bacterias sobrevivientes pueden ser mecánicamente diseminadas por raspadores de acero inoxidable o los cepillos de nylon usados en el pulido (Delhalle *et al.*, 2008).

Las fustas de la máquina de pulido son difíciles de limpiar y las bacterias persistentes pueden formar biopelículas. La acumulación de bacterias en la máquina de pulido durante todo el día de sacrificio conduce a la posterior transferencia bacteriana a la superficie de la canal (Yu *et al.*, 1999). Por lo tanto, el FSIS recomienda que los pulidores se limpien a fondo para evitar la presencia y la multiplicación de bacterias a niveles altos (Borch *et al.*, 1996; Huis in't Veld, 1992). Para reducir la contaminación de las canales y cumplir con [9 CFR 416.3](#), el FSIS recomienda que los establecimientos limpien y desinfecten el equipo de pulido para reducir el nivel de contaminación de las canales y la prevalencia de la *Salmonella* en productos terminados de cerdo (Hald *et al.*, 2003).

El pulido de canales contaminados con heces puede hacer que esta contaminación microbiológica sea invisible, lo que le genera que no sea detectado durante las posteriores inspecciones visuales. Se ha demostrado que el uso excesivo de agua en el pulido aumenta la propagación de la contaminación microbiológica potencial sobre la canal; por lo tanto, el FSIS recomienda un paso de chamuscado adicional después de pulir para reducir el total de conteos bacterianos (Spescha *et al.*, 2006; Dehalle *et al.*, 2008; Zwirzitz *et al.*, 2019).

Recorte con cuchillo y rasurado

Antes de tratar las canales con un enjuague o spray previo al eviscerado, los establecimientos deben eliminar la contaminación fecal visible de acuerdo con [9 CFR 310.18\(a\)](#). Si el aspirado con vapor o agua caliente no está disponible, se puede utilizar el recorte con cuchillo para eliminar la contaminación fecal y demás contaminación visible.

El recorte con cuchillo reduce el volumen de contaminación microbiológica que de otro modo podría diluirse y propagarse mediante el lavado después del chamuscado.

La contaminación microbiológica de cuchillos y botas, el número de rupturas intestinales, los problemas mecánicos u otros factores que aumentaron el potencial de contacto de las canales entre sí, los cuales son puntos de proceso comunes para el manejo y la contaminación cruzada, fueron factores asociados significativamente con la prevalencia de *Salmonella* en las canales de estos estudios (Botteldoorn *et al.*, 2003; Letellier *et al.*, 2009). De hecho, el estudio de Letellier *et al.* demostró que la frecuencia reducida del lavado de los cuchillos entre cortes de la cavidad abdominal aumenta la contaminación de las canales. Los establecimientos pueden aumentar el tiempo de inmersión y la temperatura del agua para lograr una reducción bacteriana importante sobre los cuchillos. La literatura disponible proporciona varias opciones a ser consideradas por un establecimiento, con base en su proceso. Las inmersiones de cuchillo a temperaturas de 70 °C/158 °F, 75 °C/167 °F, y 80 °C/176 °F durante más de 10 segundos resultaron en una reducción bacteriana igual o mayor que una inmersión breve en agua a 82 °C/180 °F (Goulter *et al.*, 2008). El FSIS recomienda que los establecimientos aseguren que los empleados estén sumergiendo los cuchillos durante un tiempo suficiente o le proporcionen múltiples cuchillos para que los empleados los roten a medida que hacen los recortes de tal manera que se minimice la contaminación cruzada microbiológica. El FSIS recomienda que se roten los cuchillos, lo cual permite que los cuchillos permanezcan en la solución desinfectante durante al menos 30 segundos (Tapp *et al.*, 2013). El FSIS también recomienda que los establecimientos supervisen la temperatura de los baños de agua para mantener los niveles máximos de reducción bacteriana. Los tratamientos desinfectantes a temperatura ambiente con amonio cuaternario de 200 ppm, cloro de 200 ppm y 5% de ácido láctico logran las mayores reducciones de *Salmonella* (Tapp *et al.*, 2013). Los restos orgánicos de los cuchillos disminuyen la eficacia de cualquier desinfectante; por lo tanto, el FSIS recomienda que los establecimientos se aseguren de que los restos orgánicos se eliminen según sea necesario. El FSIS también recomienda que se cambien las soluciones desinfectantes como lo recomienda el fabricante para lograr el máximo nivel de reducción bacteriana.

Las fundas de los cuchillos y los aceros de afilado pueden convertirse fácilmente en fuentes de contaminación microbiológica durante el proceso de sacrificio. Por lo tanto, el FSIS recomienda que las fundas se utilicen únicamente para transportar con seguridad los cuchillos hacia y desde la estación de trabajo del empleado. Los cuchillos deben ser almacenados en la solución desinfectante entre usos. Además, el FSIS recomienda que los cuchillos sean esterilizados después de tener contacto con el afilador para evitar la contaminación cruzada. El FSIS recomienda que los afiladores sean esterilizados según sea necesario y almacenados de manera sanitaria entre usos, por ejemplo colgándolos de un gancho fácilmente accesible en la estación de trabajo. No deben almacenarse en los lavamanos de los baños ni colgarse del cinturón del empleado en el que puedan hacer contacto con botas u otras superficies insalubres (Gracey, 2015).

Enjuague o aspersion pre-eviscerado de la canal

En la [Directiva FSIS 7120.1](#) se detalla un listado de los compuestos adecuados que pueden utilizarse para enjuagar o rociar antes del eviscerado. Los lavados de ácido orgánico son eficaces para reducir la prevalencia de *Salmonella* en las canales de cerdo. Los lavados con aspersion de la canal con ácidos orgánicos

disminuyen la carga de *Salmonella* (Epling *et al.*, 1993). La aplicación de ácidos orgánicos después del lavado de las canales reduce la carga bacteriana; sin embargo, un estudio encontró que la reducción no es estadísticamente diferente al solo lavado con agua caliente (Eggenberger-Solórzano *et al.*, 2002). Tanto el agua caliente como el tratamiento con clorito de sodio acidificado de las canales redujeron la *Salmonella* y *E. coli* (Hamilton *et al.*, 2010).

Las mejores prácticas cuando se utilizan enjuagues y aerosoles de pre-eviscerado incluyen:

- Recortar los abscesos abiertos, moretones sépticos, parásitos y lesiones parasitarias antes de que la canal entre en el cajón;
- Supervisar la presión, si se utiliza presión para rociar las canales, para evitar la contaminación microbiológica al interior del tejido;
- Supervisar las concentraciones y temperaturas regularmente para verificar la eficacia;
- Considerar la posibilidad de utilizar cajones de acero inoxidable con varias boquillas de aspersión para garantizar una cobertura completa de la canal;
- Asegurarse de obtener la cobertura total de la canal al aplicar antimicrobianos con un aplicador de aspersión manual;
- Verificar que el equipo se utiliza de forma que impida la contaminación cruzada de las canales adyacentes;
- Evitar que se toquen las canales; y
- Considerar el uso de un enjuague o spray posterior a al eviscerado para reducir aún más la contaminación de las canales.

Lavado de la cabeza y golpeado de la cabeza

El FSIS recomienda un sistema de lavado de cabeza para reducir la presencia de *Salmonella*. Un estudio encontró que lavar las mejillas del cerdo y las cabezas con agua a 40°C/104°F reduce significativamente la prevalencia de *Salmonella* de 7.15-5.77 log₁₀CFU/cm². El mismo estudio demostró que un tratamiento con ácido acético al 2% sobre la carne de mejilla reduce la carga de *Salmonella*, APC y los coliformes en un 67% (Frederick *et al.*, 1994). La división de la cabeza aumenta la contaminación en el esternón, y la investigación demuestra que la presencia de *Salmonella* tiene la mayor prevalencia en las patas delanteras, la cabeza, el esternón y la garganta (Biasino *et al.*, 2018).

Las mejores prácticas para el lavado de la cabeza y golpeado de la cabeza incluyen:

- Enjuagar la cavidad oral con agua a temperatura ambiente eliminando la ingesta u otros contaminantes antes del golpeado de la cabeza y la inspección de la cabeza por parte del FSIS;

- Mantener y desinfectar el equipo de golpeado de la cabeza, según sea necesario, entre canales;
- Desinfectar los cuchillos con frecuencia y correctamente; y
- Mantener y desinfectar los cuchillos y el equipo siempre que se seccione la cavidad oral-faríngea o haya exposición al contenido del estómago.

Aislamiento del caño

El FSIS recomienda que los establecimientos embolsen y aten el caño antes del eviscerado, garantizando que el personal preste atención específica para minimizar la contaminación cruzada de la canal y sus vísceras.

Las mejores prácticas para el aislado del caño incluyen:

- Atar el caño, recortando los tejidos circundantes con una sola incisión, y cubriendo la zona con una cobertura protectora;
- Evitar el contacto del caño con la canal o con las vísceras durante la separación;
- Asegurar la bolsa con una atadura o un clip;
- Garantizar la higiene de los empleados y el uso de equipos de protección personal, como guantes y delantales;
- Eliminar inmediatamente cualquier contaminación visible que resulte del taponamiento;
- Si es posible, utilizar un sistema de taponamiento automatizado denominado "pistola de taponamiento" en lugar de un taponamiento manual. Un sistema de taponamiento automatizado reducirá la contaminación cruzada, rodeando el ano y evacuando el recto; y
- Mantener y desinfectar correctamente las pistolas de taponamiento, cuchillos y ganchos, según sea necesario, entre canales.

Eviscerado

El eviscerado de cales de cerdo y la división de canales están asociadas a incrementos de prevalencia de *Salmonella*. El eviscerado es un punto importante en el proceso del establecimiento donde las intervenciones efectivas pueden tener un efecto positivo en el control de la *Salmonella* (O' Connor *et al.*, 2012), especialmente debido a que la pata delantera y la cabeza están altamente contaminados después del eviscerado debido al posicionamiento de la canal (Biasino *et al.*, 2018).

Las mejores prácticas para el eviscerado incluyen:

- Retirar todo el pelo, la sarna y la suciedad de las pezuñas y la canal y lavar a fondo la canal antes del eviscerado;
- Asegurarse de que los individuos que realizan el eviscerado tenga las habilidades y experiencia requerida;
- Evitar el corte o rompimiento del intestino;
- Retirar las vísceras rojas con el esófago y las vísceras sin despegar, logrando que no haya ninguna fuga;
- Eliminar las canales con contaminación visual para su reacondicionamiento (mediante el recorte con cuchillo o aspiración con vapor) antes de la división de la canal; y
- Evitar la contaminación cruzada, que se produce cuando las hojas de la sierra que dividen la canal entran en contacto con la columna vertebral o la garganta (Dehalle *et al.*, 2008) y desinfectar el equipo de división de canales después de cada uso.

Retirado de los ganglios linfáticos

Un modelo científico estimó un promedio de 45 casos de salmonelosis por cada 100.000 ciudadanos estadounidenses anualmente debido al consumo de carne de cerdo molida mayorista (Zhang, *et. al.*, 2019). Las teorías recientes sugieren que los ganglios linfáticos pueden albergar la *Salmonella*. Se trata de un área de investigación en desarrollo sobre cerdos, y actualmente, los datos son escasos. La investigación en este ámbito está progresando.

Los procesos de sacrificio y faenado, así como las intervenciones típicas utilizadas para reducir los patógenos en las superficies de las canales no son eficaces para reducir los patógenos que están protegidos dentro de los ganglios linfáticos. El control sistemático exhaustivo de la *Salmonella* debe incluir el tratamiento de la presencia potencial de *Salmonella* a partir de la inclusión de los ganglios linfáticos en el producto destinado a ser utilizado en la carne de cerdo molida u otros cortes no intactos.

Enjuague Final antes de la refrigeración, enjuague caliente y pasteurizado con vapor

Los procedimientos de procesamiento, como los tratamientos de descontaminación después del eviscerado y la división de la canal, generalmente dan como resultado una disminución de la prevalencia de *Salmonella* a medida que las canales avanzan hacia el refrigerador (O ' Connor *et al.*, 2012). El FSIS recomienda tratamientos de descontaminación de canales antes de la refrigeración, incluyendo los lavados con ácidos orgánicos, lavados con agua caliente y pasteurización a vapor, que alcanzan una temperatura de superficie de la canal de al menos 70 °C/158 °F durante el tratamiento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, 2016).

Los establecimientos pueden mejorar la descontaminación añadiendo químicos antimicrobianos, como cloro o fosfato de trisodio (Bolton *et al.*, 2002). En varios estudios, se ha demostrado que un ácido láctico o ácido acético a presión, diluido al 2-3%, reduce la presencia de patógenos (Van Netten *et al.*, 1995; McMullen, 2000). Adicionalmente, se aplicó una solución de ácido láctico al 2% a 55 °C/131 °F durante más de 60 segundos, 13-23 psi en el lavado final de la canal es una medida de descontaminación efectiva (Van Netten *et al.*, 1995).

Las mejores prácticas incluyen:

- Supervisar los desagües para asegurarse de que funcionan correctamente y evitar el retroflujo que puede resultar en la contaminación de canales y equipos;
- Desviar las canales a limpiarse en un carril de retención cuando las canales están contaminadas y no se limpian adecuadamente antes del lavado final;
- Limpiar las canales contaminadas, mediante el recorte o el uso de vapor o aspiradora de agua caliente, para eliminar la contaminación visible antes de la inspección final y el lavado final;
- Enjuagar las canales colgantes de la parte superior (patas traseras) hacia abajo;
- Minimizar las salpicaduras sobre otras canales;
- Aplicar agua o vapor sobre toda la superficie de la canal a una temperatura de al menos 70 °C/ 158 °F cuando se usa un sistema de pasteurización térmica;
- Control de la presión para evitar que el exceso de presión conduzca a la contaminación microbiológica del tejido;
- Mejorar la descontaminación aplicando antimicrobianos o agua caliente; sin embargo, debido al costo, algunas operaciones muy pequeñas pueden optar por utilizar agua fría para lavar las canales; y
- Implementar el tratamiento cuidadoso del cuello y el interior de las papadas cuando la cabeza se separa de la canal.

Refrigeración con spray

La refrigeración es el punto del proceso en el que se reduce la temperatura de la canal. Las medidas de control de temperatura y desinfección aseguran que se mantengan las reducciones de carga microbiológicas afectadas por las intervenciones. El control de la temperatura limita el crecimiento del patógeno y las medidas sanitarias evitan la recontaminación.

Los establecimientos utilizan la refrigeración por aspersión, un método de enfriamiento por evaporación que supone la aplicación de agua fría a la canal, al inicio de la refrigeración post-mortem, pero después del faenado e intervenciones del sacrificio, para controlar el encogimiento de la canal y enfriar rápidamente las canales. La aspersión intermitente de agua fría sobre las canales durante las primeras 3-8 horas después del sacrificio permite que la superficie de la canal permanezca húmeda y permite el enfriamiento por evaporación sin aumentar la pérdida de peso de la canal. Las canales de cerdo logran altas temperaturas musculares y un pH bajo, lo que puede generar un cerdo pálido, suave y exudativo. El FSIS recomienda que los establecimientos garanticen un proceso rápido de refrigeración a una temperatura muscular interna recomendada de 10°C/50°F a las 12 horas y 2°C/36°F-

4.4°C/40°F a las 24 horas (Savell *et al.*, 2005). Se ha demostrado que la refrigeración y la refrigeración por aspersión reducen el encogimiento de las canales. Para los establecimientos que retienen canales por más de un día, el FSIS recomienda que los establecimientos rocíen las canales utilizando un aerosol de ácido orgánico dos días antes de la fabricación para maximizar la reducción de la *Salmonella* (Algino *et al.*, 2009) y mantener el refrigerador a una temperatura que garantiza que las canales tengan una temperatura interna de 4.4 °C/40 °F a las 24 horas.

El FSIS recomienda a los establecimientos utilizar las mejores prácticas para enfriar las canales, incluyendo:

- Iniciar la refrigeración de la canal en un rango de una hora después del sangrado para limitar el crecimiento del patógeno;
- Comenzar a enfriar los productos de despojos y las menudencias lo más rápido posible después de retirarse de la canal para limitar el crecimiento del patógeno;
- Mantener los refrigeradores a una temperatura que asegure que las canales tengan una temperatura interna de 4.4 °C/40 °F o menos dentro de las 24 horas después de ingresar al refrigerador y que esta temperatura se mantenga para todos los productos;
- Mantener áreas de almacenamiento de producto terminado a 4.4 °C/40 °F o inferior o tener documentación de soporte y validación para límites de temperatura diferentes que se elijan;
- Proporcionar la distancia adecuada entre canales, paredes y equipo para evitar la contaminación cruzada y lograr una circulación de aire eficiente para evitar la condensación;
- Ventilar los refrigeradores con sistemas de presión negativa para evitar la contaminación cruzada debida al flujo de aire de las operaciones de sacrificio;
- Si las canales se mantienen más de 7 días en el refrigerador antes de la fabricación, tener el soporte científico para los parámetros operativos del refrigerador que incluyen la temperatura, la humedad y el flujo de aire;

- Transportar las canales para su deshuese en caliente (deshuesado antes de refrigerar) a las zonas de deshuesado directamente desde el área de sacrificio. No retrase el deshuesado. Mantenga la temperatura ambiente de la sala de deshuesado a 10 °C/50 °F o inferior;
- Asegurarse de que los empleados mantengan las prácticas de higiene adecuadas para evitar la generación de condiciones insalubres; y
- Establecer patrones de tráfico para eliminar el movimiento del personal, las paletas y los contenedores de basura entre el sacrificio y el procesamiento posterior. Si los empleados deben trabajar en ambas áreas, deben implementarse procedimientos que requieren que los empleados se cambien de ropa exterior y demás ropa sucia, se laven y desinfecten las manos, y limpien y desinfecten el calzado antes de pasar del matadero a otras áreas de procesamiento.

Fabricación, intervenciones y procesamiento del producto de cerdo terminado

Como se discutió anteriormente, la contaminación microbiológica puede ser minimizada con el uso de procedimientos de faenado sanitario adecuados y a través de la aplicación de intervenciones antimicrobianas durante el sacrificio. Además, el FSIS recomienda que los establecimientos incluyan medidas para controlar la contaminación cruzada de *Salmonella* y el crecimiento en la fabricación y el procesamiento posterior de canales de cerdo en cortes de cerdo intactos y no intactos y carne de cerdo desmenuzada.

El FSIS ha proporcionado orientación para los establecimientos al diseñar planes HACCP tal como se muestra en el [Modelo HACCP para Hamburguesas de Salchicha de Cerdo Molido Fresco](#).

El FSIS define un **corte de cerdo intacto** como un corte derivado de un corte primario de cerdo que no ha sido sometido a procesamiento, lo cual lo convertiría en no intacto. Un **corte de cerdo no intacto** también es un corte derivado de un corte primario, pero ha sido inyectado, mecánicamente tiernizado, reconstruido, caído al vacío, marcado y marinado, o de algún otro modo procesado para convertirlo en no intacto. El FSIS define la **carne de cerdo desmenuzada** como la carne de cerdo que ha sido molida, separada mecánicamente, o procesada de otra manera para reducir el tamaño de sus partículas. Basándose en los datos de muestreo del FSIS, la prevalencia de *Salmonella* en la carne de cerdo triturada es de aproximadamente el 30% y el porcentaje combinado positivo para los cortes de cerdo intactos o no intactos es de aproximadamente el 9%.

Un estudio reciente encontró que la prevalencia de *Salmonella* en la carne de carrillos y cabeza de cerdo sin tejido de ganglios linfáticos visibles es de entre 63-68% (Wottlin *et al.*, 2022). Esto puede deberse a defectos en el faenado sanitario durante el sacrificio, ya que el esófago y la tráquea a menudo se incitan durante el golpeado de la cabeza. Como la carne de cerdo y la carne carrillos se incorporan a menudo a la carne de cerdo molida, el FSIS recomienda que los establecimientos consideren los niveles de prevalencia de *Salmonella* en el producto entrante utilizado para hacer carne de cerdo triturada al diseñar sus análisis de peligros.

Las mejores prácticas recomendadas para la fabricación de canales incluyen el uso de intervenciones antimicrobianas y el mantenimiento y seguimiento de la temperatura de los cuartos de fabricación y deshuesado a 10 °C/50 °F o menos.

Se exige que los establecimientos mantengan condiciones sanitarias en el área de fabricación, incluyendo todos los equipos, cuchillos y prendas de los empleados conforme a [9 CFR parte 416](#).

El control de la temperatura es un importante mecanismo de control para evitar el crecimiento del patógeno durante el almacenamiento del producto y en la venta al consumidor. Cuando ocurren temperaturas indebidas, aumenta el riesgo de las enfermedades de origen alimentario por el consumo de los productos porcinos. En el caso de los productos de cerdo crudo, la limpieza de las tablas de corte, el control y la supervisión de la temperatura de refrigeración y la reducción del tiempo de almacenamiento son medidas significativas para controlar la *Salmonella* (Swart *et al.*, 2016).

El uso de ácidos orgánicos en los productos de cerdo durante la fabricación final, aunque a menudo es eficaz para mejorar la calidad microbiológica de la carne, puede causar problemas de calidad, ya que los ácidos orgánicos pueden causar cambios irreversibles en el color de los cortes al por menor. Se ha demostrado que las intervenciones utilizadas en el proceso de sacrificio, como el vapor caliente y la aspersión con una solución de ácido láctico ([Steam y Hot Water Vacuuming](#)), prolongan la vida útil y aumentan la salubridad de las canales y la carne de cerdo (Pipek *et al.*, 2006). Las intervenciones utilizadas por las plantas procesadoras de carne de cerdo reducen en gran medida la prevalencia de *Salmonella* en las canales de un 91,2% en el pre-escaldado hasta un 3,7% en la refrigeración. Debido a que todavía se encuentra un bajo porcentaje de *Salmonella* en las canales terminadas y refrigeradas, es importante que los establecimientos utilicen intervenciones adicionales en las plantas de procesamiento de carne de cerdo para reducir más el riesgo de salmonelosis para los consumidores (Schmidt *et al.*, 2012).

Como se mencionó anteriormente en la sección [Intervenciones con vacunas y bacteriófagos](#) y como se estipula en la [Directiva FSIS 7120.1](#), los bacteriófagos aprobados se pueden utilizar para descontaminar las superficies de preparación de alimentos y reducir significativamente la población de cepas sensibles de *Salmonella* en aproximadamente 2-4 log en superficies de vidrio y acero inoxidable (Woolston *et al.*, 2013).

Las estrategias de mitigación de *Salmonella* más efectivas para la carne de cerdo molida, salchicha, hamburguesas u otra producción de productos de cerdo trituradas son las que se implementan al final de la línea de sacrificio y durante el post-procesamiento (Bollaerts *et al.*, 2010). Las mejores prácticas recomendadas pueden incluir pasos de calentamiento, congelación y múltiples obstáculos como el secado, curado, salado y fermentación, irradiación y procesamiento de alta presión (HPP). Un fago SJ2 redujo significativamente la presencia de *Salmonella* en la carne de cerdo molida; sin embargo, se observaron reducciones mayores a temperaturas más altas (21 °C/69.8 °F) con respecto a temperaturas más bajas (4 °C/39 °F) a las 24 horas (Hong *et al.*, 2016). Un establecimiento que decida administrar las intervenciones directamente sobre el producto molido necesitaría cumplir todos los requisitos de etiquetado y las condiciones de uso aprobadas por medio de la [Directiva FSIS 7120.1](#).

Empaque, Almacenamiento del producto terminado, transporte y productos de venta al consumidor

En un estudio, la *Salmonella* y otros datos de indicadores bacterianos fueron evaluados a varias temperaturas para ayudar a los procesadores que fabrican o muelen cerdo proporcionando datos para validar los límites críticos.

El crecimiento de Salmonella Typhimurium y Salmonella Enteritidis se observó en carne de cerdo molida y chuletas de cerdo deshuesadas mantenidas a varias temperaturas para imitar el procesamiento típico y manteniendo las temperaturas comúnmente observadas en los ambientes de procesamiento de carne de cerdo. No se observó un crecimiento significativo de la Salmonella en las chuletas de cerdo deshuesadas mantenidas a temperaturas de refrigeración de 4.4-10°C/39.9-50°F, pero se observó un crecimiento significativo cuando se mantuvo a temperatura ambiente (22.2-23.8°C/72-74.8°F). En la carne de cerdo molida, un crecimiento significativo de Salmonella ocurrió en todos los momentos y temperaturas estudiadas exceptuando la carne de cerdo molida almacenada a 4,4°C/40°F. Este estudio demuestra que los procesadores de carne pueden utilizar una variedad de combinaciones de tiempo y temperatura de refrigeración como límites críticos para minimizar el crecimiento de Salmonella durante la producción y almacenamiento de productos de cerdo crudo (Mann et al., 2004).

La contaminación por la Salmonella se encuentra tanto en el músculo entero como en el producto fresco, pero los productos molidos pueden representar un riesgo mayor para los consumidores, si el producto está poco cocinado, porque la contaminación se propaga por todo el producto durante la molienda. Las carnes crudas al por menor están a menudo contaminadas con patógenos bacterianos y son vehículos potenciales para transmitir enfermedades de origen alimentario (Zhao et al., 2001). La manipulación adicional en las tiendas minoristas, que puede incluir el porcionado, el reempacado y la remolienda, puede ser una fuente de contaminación con Salmonella (Duffy et al., 2001). Se ha descubierto que las tiendas de venta que procesan, cortan y muelen la carne tienen una mayor prevalencia de Salmonella en el producto en comparación con los supermercados (Hansen et al., 2010) probablemente debido a las diferencias en los procedimientos de higiene del comercio minorista, los eventos de contaminación cruzada y el mal manejo de los productos. El chorizo, un producto de salchicha molido, que cuando se vende crudo puede contribuir a las enfermedades con salmonelosis ya que los consumidores con frecuencia no cocinan la salchicha lo suficiente debido a su color oscuro (Escartin et al., 1999; Hajmeer et al., 2006).

El modelo de patógenos se ha utilizado para predecir la supervivencia y el crecimiento de patógenos transmitidos por los alimentos, como por ejemplo la *Salmonella*, en varios tipos de productos. Un grupo de investigadores desarrolló un modelo que se puede utilizar para diseñar límites críticos durante el procesamiento de productos de cerdo crudo donde las temperaturas pueden elevarse durante períodos cortos de tiempo (Kaur et al., 2008). La Universidad de Wisconsin también desarrolló límites críticos basados en su investigación sobre el crecimiento de patógenos a diferentes temperaturas. Estos resultados del modelado están disponibles en línea en [CL Temp Abus.pdf \(wisc.edu\)](#) y pueden ser fácilmente utilizados por los establecimientos.

El FSIS recomienda que los establecimientos se aseguren de que el producto interno de cerdo, la sala de almacenamiento y las temperaturas del vehículo de transporte se mantengan a 4.4 °C/40 °F o menos mediante el monitoreo y el registro de las temperaturas.

Métodos de envío

Normalmente, los establecimientos, o sus empresas de transporte contratadas, envían las canales y los productos finales empacados a temperaturas refrigeradas que supervisan y registran como parte del sistema de salubridad de alimentos.

[El 9 CFR 310.18 \(c\)](#) incluye disposiciones para los establecimientos que deshuesan canales en caliente indicando que deben realizar pruebas sobre las canales después del lavado final, por lo que, si un establecimiento envía canales en caliente, el establecimiento debe probar las canales enviadas en caliente de manera similar.

Según la normativa, no hay requisitos específicos de temperatura para enviar las canales calientes (envío en caliente). Sin embargo, el establecimiento debe manejar todos los potenciales peligros por medio del análisis de peligros ([9 CFR 417.2 \(a\) \(1\)](#)). De conformidad con esa normativa, el establecimiento debe poder adoptar decisiones en el análisis de peligros para las canales en caliente que no tienen un procedimiento de refrigeración. El tiempo de permanencia entre 10 °C-54 °C/50 °F-130 °F, particularmente cuando se mantiene durante 6 horas, puede ser peligroso debido al crecimiento del patógeno. El establecimiento debe ser capaz de identificar por qué no es razonablemente probable que se produzcan riesgos (NRLTO) cuando direcciona un producto hacia el comercio sin un procedimiento de refrigeración. La normativa exige que estos peligros potenciales se aborden en el análisis de peligros del establecimiento. Si el establecimiento determina que cualquier peligro potencial es NRLTO, se requiere que el establecimiento proporcione documentación que sustente esa determinación.

El FSIS también recomienda que los establecimientos proporcionen instrucciones con el producto enviado en caliente que, cuando se siguen, aseguren que el producto se maneja de forma salubre después de que se haya enviado.

Además, se requiere que el establecimiento proteja el producto de la adulteración durante el procesamiento, manejo, almacenamiento, carga y descarga en y durante el transporte desde los establecimientos oficiales ([9 CFR 416.4 \(d\)](#)). Las canales enviadas en caliente no pueden generar condiciones insalubres ni exponerse a condiciones insalubres.

Control estadístico del proceso

Un procedimiento de control de procesos es un procedimiento definido, o conjunto de procedimientos, diseñado por un establecimiento para proporcionar el control de las condiciones de operación que son necesarias para la producción de alimentos sanos y salubres. Los procedimientos normalmente tienen sus medios para observar o medir el rendimiento del sistema, analizar los resultados generados para definir un conjunto de criterios de control y tomar medidas cuando sea necesario para garantizar que el sistema siga funcionando dentro de los criterios de control. Es probable que el procedimiento incluya medidas previstas que el establecimiento tomará como respuesta a cualquier pérdida del control de procesos. Además, los procedimientos pueden utilizarse como sustento de las decisiones tomadas en el análisis de peligros. Es probable que los procedimientos de control de procesos incluyan la descontaminación de canales, prácticas de faenado sanitario adecuadas, tratamientos de intervención antimicrobianos y la implementación de las mejores prácticas descritas en la extensión de esta directriz. Los establecimientos que no controlan estos procedimientos y tratamientos generan un potencial de contaminación microbiológica de las canales y los productos.

El control estadístico de procesos (SPC) es un método científico que utiliza estadísticas para analizar datos recopilados por un establecimiento para supervisar y mejorar los procesos reduciendo la variación del proceso.

El objetivo del control de procesos en un establecimiento de sacrificio es minimizar la contaminación microbiológica de las canales, reducir los patógenos microbiológicos que pueden estar presentes y que son perjudiciales para la salud, controlar la proliferación de cualquier microorganismo que permanezca y evitar la recontaminación.

El SPC proporciona una potente herramienta para que los establecimientos supervisen e interpreten los datos recopilados para la verificación HACCP en curso. El SPC puede generar una advertencia temprana para los establecimientos, indicando que el proceso puede no estar funcionando como se ha diseñado. Esta alerta temprana puede permitir que los establecimientos realicen modificaciones para volver a poner el proceso bajo control antes de incumplir con algún estándar de desempeño o criterio de desempeño individual determinado para el establecimiento. El SPC puede proporcionarle a los establecimientos una garantía razonable de que el sistema HACCP funciona según lo diseñado, y que es probable que cumplan las normas de desempeño aplicables.

Existen varios métodos y enfoques para el SPC que están disponibles para su implementación por los establecimientos. Los establecimientos deben considerar la información disponible y desarrollar un enfoque estadísticamente válido para interpretar los resultados de las muestras, como la información disponible en Saini *et al.*, 2011 and De Vries and Reneau, 2010.

Los establecimientos suelen utilizar pruebas indicadoras para evaluar el control de procesos. El FSIS tiene una guía disponible para la industria con respecto al muestreo microbiológico de los organismos indicadores en la [Directriz FSIS: Modernización de la inspección del sacrificio de cerdos](#) [Desarrollo de programas de muestreo microbiológico en los establecimientos de sacrificio de cerdos](#).

Referencias

- Alban, L., and L. L. Sørensen. 2010. Hot-Water Decontamination is an Effective Way of Reducing Risk of *Salmonella* in Pork (La descontaminación con agua caliente es una forma eficaz de reducir el riesgo de Salmonella en cerdo). *Fleischwirtschaft* 90:109–113.
- Alban, L. and K. D. Stark. 2005. Where Should the Effort be Put to Reduce the *Salmonella* Prevalence in the Slaughtered Swine Carcass Effectively? (¿Dónde aplicarse el esfuerzo para reducir la prevalencia de Salmonella en las canales porcinas sacrificadas de forma eficaz?) *Prev. Vet. Med.* 68:63–79.
- Alborali, G. L., J. Ruggeri, M. Pesciaroli, N. Martinelli, B. Chirullo, S. Ammendola, A. Battistoni, M. C. Ossiprandi, A. Corradi, and P. Pasquali. 2017. Prime-Boost Vaccination with Attenuated *Salmonella* Typhimurium Δ znuABC and Inactivated *Salmonella* Choleraesuis is Protective against *Salmonella* Choleraesuis Challenge Infection in Piglets (La vacunación de sensibilización y refuerzo con *Salmonella* Typhimurium Δ znuABC atenuada y *Salmonella* Choleraesuis inactivada protege contra la infección por exposición a la *Salmonella* Choleraesuis en lechones). *BMC Vet. Res.* 13(1):284.
- Algino, R. J., G. A. Badtram, B. H. Ingham, and S. C. Ingham. 2009. Factors Associated with *Salmonella* Prevalence on Pork Carcasses in Very Small Abattoirs in Wisconsin (Factores asociados con la prevalencia de la Salmonella en canales de cerdo en mataderos muy pequeños en Wisconsin). *J. Food Prot.* 72(4):714–721.
- Andres-Barranco, S., J. P. Vico, V. Garrido, S. Samper, S. Herrera-Leon, C. de Frutos, and R. C. Mainar-Jaime. 2014. Role of Wild Bird and Rodents in the Epidemiology of Subclinical Salmonellosis in Finishing Pigs (Papel de las aves silvestres y roedores en la epidemiología de la salmonellosis subclínica en los cerdos en terminación). *Foodborne Pathog. Dis.* 11(9):689–697.
- Arguello, H., A. Carvajal, S. Costillas, and P. Rubio. 2013. Effect of the Addition of Organic Acids in Drinking Water or Feed During Part of the Finishing Period on the Prevalence of *Salmonella* in Finishing Pigs (Efecto de la adición de ácidos orgánicos en el agua potable o pienso durante una parte del tiempo de terminación sobre la prevalencia de la Salmonella en los cerdos de terminación). *Foodborne Pathog. Dis.* 10(10): 842–849.
- Baer, A. A., M. J. Miller, and A. C. Dilger. 2013. Pathogens of Interest to the Pork Industry: A Review of Research on Interventions to Assure Food Safety (Patógenos de interés para la industria del cerdo: Una revisión de la investigación sobre las intervenciones para asegurar la inocuidad de alimentos. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12:183–217.
- Bai, J., Y. T. Kim, S. Ryu, and J. H. Lee. 2016. Biocontrol and Rapid Detection of Food-Borne Pathogens Using Bacteriophages and Endolysins (Biocontrol y detección rápida de patógenos transmitidos por alimentos utilizando bacteriófagos y endolisinas). *Front. Microbiol.* 7:474.
- Baptista, F. M., J. Dahl, and L. R. Nielson. 2010. Factors influencing *Salmonella* Carcass Prevalence in Danish Abattoirs (Factores que influyen en la prevalencia de la Salmonella en las canales en mataderos daneses). *Prev. Vet. Med.* 95:231–238.
- Barba-Vidal, E., V. F. B. Roll, L. Castillejos, A. A. Guerra-Ordaz, X. Manteca, J. J. Mallo, and S. M. Martin-Orue. 2017. Response to a *Salmonella* Typhimurium challenge in piglets supplemented with protected sodium butyrate or *Bacillus licheniformis*: effects on performance, intestinal health and behavior (Respuesta a la exposición con *Salmonella* Typhimurium en lechones con suplemento de butirato de sodio protegido o *Bacillus licheniformis*: efectos en el rendimiento, la salud y el comportamiento intestinal. *Transl. Anim. Sci.* 1:186–200.
- Barber, D. A., P. B. Bahnson, R. Isaacson, C. J. Jones, and R. M. Weigel. 2002. Distribution of *Salmonella* in Swine Production Ecosystems (Distribución de la Salmonella en los ecosistemas de producción porcina). *J. Food Prot.* 65(12):1861–1868.

Bearson, B. L., S. Bearson, B. W. Brunelle, D. O. Bayles, I. S. Lee, and J. D. Kich. 2017. *Salmonella* DIVA Vaccine Reduces Disease, Colonization and Shedding Due to Virulent *S. Typhimurium* Infection in Swine (La Vacuna DIVA contra la *Salmonella* reduce la enfermedad, la colonización y la eliminación debido a la infección virulenta con *Typhimurium* en porcinos). *J. Med. Microbiol.* 66(5):651–661.

Benjamin, M. E. 2005. Pig Trucking and Handling – Stress and Fatigued Pig. *Advances in Pork Production* Vol. 16:57–62 (Envío de cerdo en camiones y su manejo - Cerdo estresado y fatigado. Avances en la producción de Cerdo Vol.16:57-62. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.529.3439&rep=rep1&type=pdf>

Berriman, A. D., D. Clancy, H. E. Clough, D. Armstrong, and R. M. Christley. 2013. Effectiveness of Simulated Interventions in Reducing the Estimated Prevalence of *Salmonella* in UK Pig Herds (Eficacia de las intervenciones simuladas en la reducción de la prevalencia estimada de *Salmonella* en rebaños porcinos del Reino Unido). *PLoS One* 8(6).

Biasino, W., L. De Zutter, W. Mattheus, S. Bertrand, M. Uyttendaele, and I. Van Damme. 2018. Correlation Between Slaughter Practices and the Distribution of *Salmonella* and Hygiene Indicator Bacteria on Pig Carcasses During Slaughter. (Correlación entre las prácticas de sacrificio y la distribución de la *Salmonella* y la bacteria indicadora de higiene en las canales de cerdo durante el sacrificio. *Food Microbiol.* 70:192–199.

Boes, J., J. Dahl, B. Nielsen, and H. H. Krog. 2001. Effect of Separate Transport, Lairage, and Slaughter on Occurrence of *Salmonella* Typhimurium on Slaughter Carcasses (Efecto del transporte, estabulación y sacrificio separado en la ocurrencia de *Salmonella* Typhimurium en las canales de sacrificio. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 114:363–365.

Bollaerts, K., W. Messens, M. Aerts, J. Dewulf, D. Maes, K. Grijspeerdt, and Y. Stede. 2010. Evaluation of Scenarios for Reducing Human Salmonellosis Through Household Consumption of Fresh Minced Pork Meat (Evaluación de condiciones para la reducción de la salmonelosis humana a través del consumo en casa de carne de cerdo picada fresca). *Risk Anal.* 30:853–865.

Bolton, D. J., R. A. Pearce, J. J. Sheridan, I. S. Blair, D. A. McDowell, and D. Harrington. 2002a. Washing and Chilling as Critical Control Points in Pork Slaughter Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems (El lavado y la refrigeración como Puntos de Control Crítico en Sistemas de Análisis de Peligros y de Punto de Control Crítico (HACCP) en el sacrificio de cerdo). *J. Appl. Microbiol.* 92:893–902.

Bolton, D. J., R. Pearce, and J. J. Sheridan. 2002b. Risked Based Determination of Critical Control Points for Pork Slaughter (Determinación basada en los riesgos de los puntos críticos de control para el sacrificio de cerdo). The National Food Centre Research Report No. 56.

Bolton, D. J., R. Pearce, J. J. Sheridan, D. A. McDowell, and I. S. Blair. 2003. Decontamination of Pork Carcasses during Scalding and the Prevention of *Salmonella* Cross-contamination (Descontaminación de canales de cerdo durante el escalado y la prevención de la contaminación cruzada con *Salmonella*). *J. Appl. Microbiol.* 94:1036–1042.

Borch, E., T. Nesbakken, and H. Christensen. 1996. Hazard Identification in Swine Slaughter with Respect to Food Borne Bacteria (Identificación de peligros en el sacrificio de cerdos con respecto a las bacterias transmitidas por los alimentos). *Int. J. Food Microbiol.* 30:9–25.

Botteldoorn, N., M. Heyndrickx, N. Rijpens, K. Grijspeerdt, and L. Herman. 2003. *Salmonella* on Pig Carcasses: Positive Pigs and Cross Contamination in the Slaughterhouse (*Salmonella* en canales de cerdo: cerdos positivos y contaminación cruzada en el matadero). *J. Appl. Microbiol.* 95(5):891–903.

- Bridier, A., P. Le Grandois, M-H. Moreau, C. Prenom, A. Le Roux, C. Feurer, and C. Soumet. 2019. Impact of Cleaning and Disinfection Procedures on Microbial Ecology and *Salmonella* Antimicrobial Resistance in a Pig Slaughterhouse (Impacto de los procedimientos de limpieza y desinfección en la ecología microbiana y la resistencia antimicrobiana de la *Salmonella* en un matadero de cerdos). *Nature Sci. Rep.* 9:12947.
- Burdick Sanchez, N. C., J. A. Carroll, J. R. Corley, P. R. Broadway, and T. R. Callaway. 2019. Changes in the Hematological Variables in Pigs Supplemented with Yeast Cell Wall in Response to a *Salmonella* Challenge in Weaned Pigs (Cambios en las variables hematológicas en cerdos con suplemento de pared celular de levadura en respuesta a la exposición a la *Salmonella* en cerdos destetados). *Front. Vet. Sci.* 6:246.
- Callaway, T. R., T. S. Edrington, A. Brabban, B. Kutter, L. Karriker, C. Stahl, E. Wagstrom, R. Anderson, T. L. Poole, K. Genovese, N. Krueger, R. Harvey, and D. J. Nisbet. 2011. Evaluation of Phage Treatment as a Strategy to Reduce *Salmonella* Populations in Growing Swine (Evaluación del tratamiento con fagos como estrategia para reducir las poblaciones *Salmonella* en cerdos que crecen). *Foodborne Pathog. Dis.* 8(2):262–266.
- Casanova-Higes, A., C. M. Marín-Alcalá, S. Andrés-Barranco, A. Cebollada-Solanas, A. Alvarez, and R. C. Mainar-Jaime. 2019. Weaned Piglets: Another Factor to be Considered for the Control of *Salmonella* Infection in Breeding Pig Farms (Lechones destetados: Otro factor que se debe considerar para el control de la infección por *Salmonella* en las granjas de cerdos reproductores). *Vet. Res.* 50(1):45.
- Channon, H. A., A. M. Payne, and R. D. Warner. 2002. Comparison of CO₂ Stunning with Manual Electrical Stunning (50 Hz) of Pigs on Carcass and Meat Quality (Comparación de Aturdimiento con CO₂ y el Aturdimiento manual eléctrico a (50 Hz) de cerdos en cuanto a la calidad de la canal y la carne). *Meat Sci.* 60:63–68.
- Channon, H. A. 2014. Slaughter-Line Operation (Operación de la línea de sacrificio). Pigs, 295–302. In M. Dikeman and C. Devine (ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences*, 2nd ed. Elsevier Ltd., London.
- Dahl, J., D. M. Lo Fong, H. Stege, P. J. Van der Wolf, L. Leontides, A. Von Altröck, and B. M. Thorberg. 1999. An Intervention Study of the Effect of Implementing *Salmonella*-Controlling Feeding Strategies in *Salmonella*-High Prevalence Herds (Un estudio de intervención sobre el efecto de la implementación de estrategias de alimentación para controlar la *Salmonella* hatos con alta prevalencia). *Livestock Production Science.* 340–342.
- Davies, P. R., W. E. Morrow, F. T. Jones, J. Deen, P. J. Fedorka-Cray, and I. T. Harris. 1997. Prevalence of *Salmonella* in Finishing Swine Raised in Different Production Systems in North Carolina, USA. (Prevalencia de la *Salmonella* en cerdos en terminación criados en diferentes sistemas de producción en Carolina del Norte, EE.UU). *Epidemiol. Infect.* 119(2):237–244.
- Davies, R. H., I. M. McLaren, and S. Bedford. 1999. Distribution of *Salmonella* Contamination in Two Pig Abattoirs (Distribución de contaminación con *Salmonella* en dos mataderos de cerdos). *Proceedings: 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork*, 267–272. (Minuta: 3er Simposio Internacional de Epidemiología y Control de la *Salmonella* en cerdo).
- De Busser, E. V., L. De Zutter, J. Dewulf, K. Houf, and D. Maes. 2013. *Salmonella* Control in Live Pigs and at Slaughter (Control de la *Salmonella* en cerdos vivos y en el sacrificio). *Vet. J.* 196:20–27.
- Delhalle, L., I. De Sadeleer, K. Bollaerts, F. Farnir, C. Saegerman, N. Korsak, J. Dewulf, A. De Zutter, and G. Daube. 2008. Risk Factors for *Salmonella* and Hygiene Indicators in the 10 Largest Belgian Pig Slaughterhouses (Factores de riesgo para la *Salmonella* e indicadores de higiene en los 10 más grandes mataderos de cerdo belgas). *J. Food Prot.* 71(7):1320–1329.

De Ridder L., D. Maes, J. Dewulf, F. Pasmans, F. Boyen, E. Meroc, Y. Butaye, and Y. Van der Stede. 2013. Evaluation of Three Intervention Strategies to Reduce the Transmission of *Salmonella* Typhimurium in Pigs (Evaluación de tres estrategias de intervención para reducir la transmisión de la *Salmonella* Typhimurium en cerdos). *Vet. J.* 197(3):613–618.

De Vries, A. and J. K. Reneau. 2010. Application of Statistical Process Control Charts to Monitor Changes in Animal Production Systems (Aplicación de los gráficos de control estadístico de procesos para supervisar los cambios en los sistemas de producción animal). *J. Anim. Sci.* 88(135):11–24.

Dich-Jørgensen, K., H. Daugaard Larsen, P. S. Leifsson, and H. E. Jensen. 2017. Characterization of Hemorrhages in the Ham Topsides and Tenderloins of Slaughter Pigs (Caracterización de hemorragias en los cortes superiores de jamón y lomos de cerdos sacrificados). *Meat Sci.* 124:34–38.

Doyle, M. P. and D. O. Cliver. 1990. *Salmonella*. Foodborne Diseases (Enfermedades de *Salmonella* de origen alimentario), Academic Press, Inc., San Diego:185–204.

Dorr, P. M., D. A. Tadesse, B. M. Zewde, P. Fry, S. Thakur, and W. A. Gebreyes. 2009. Longitudinal Study of *Salmonella* Dispersion and the Role of Environmental Contamination in Commercial Swine Production Systems (Estudio longitudinal de la dispersión de *Salmonella* y el papel de la contaminación ambiental en los sistemas de producción de cerdo comercial). *Appl. Environ. Microbiol.* 75(6):1478–1486.

Duffy, E. A., K. E. Belk, J. N. Sofos, G. R. Bellinger, A. Pape, and G. C. Smith. 2001. Extent of Microbial Contamination in United States Pork Retail Products (Extensión de la contaminación microbiana en productos minoristas de cerdo en los Estados Unidos). *J. Food Prot.* 64(2):172–8.

Eggenberger-Solorzano, L., S. E. Niebuhr, G. R. Acuff, and J. S. Dickson. 2002. Hot Water and Organic Acid Interventions to Control Microbiological Contamination on Hog Carcasses During Processing. (Intervenciones con agua caliente y ácidos orgánicos para controlar la contaminación microbiológica en las canales de cerdo durante el procesamiento). *J. Food Prot.* 65:1248–1252.

Epling, L. K., J. A. Carpenter, and L. C. Blankenship. 1993. Prevalence of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. on Pork Carcasses and the Reduction Effected by Spraying with Lactic Acid (Prevalencia de *Campylobacter* spp y *Salmonella* en canales de cerdo y la reducción que produce la aspersión con ácido láctico). *J. Food Prot.* 56(6):536–537.

Escartin, E. F., A. Castillo, A. Hinojosa-Puga, and J. Saldaña-Lozano. 1999. Prevalence of *Salmonella* in Chorizo and Its Survival Under Different Storage Temperatures (Prevalencia de la *Salmonella* en el chorizo y su supervivencia a diferentes temperaturas de almacenamiento). *Food Microbiol.* 16(5):479–86.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud. 2016. Interventions for the Control of Nontyphoidal *Salmonella* spp. in Beef and Pork: Meeting Report and Systematic Review (Intervenciones para el control de la *Salmonella* spp. en carne de vacuno y cerdo: Informe de reunión y revisión sistemática). Rome. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/249529/9789241565240-eng.pdf?sequence=1>. Accedido el 15 de julio de 2021

Centro de Investigación de Ingeniería de Procesos y Refrigeración de Alimentos (FRPERC). 2007. Reduction of *Salmonella* Contamination of Pig Meat (Reducción de la contaminación por *Salmonella* de la carne de cerdo). University of Bristol, FSA Project MO1038.

Frederick, T. L., M. F. Miller, L. D. Thompson, and C. B. Ramsey. 1994. Microbiological Properties of Pork Cheek Meat as Affected by Acetic Acid and Temperature (Propiedades microbiológicas de la carne de carrillos de cerdo bajo el efecto del ácido acético y la temperatura). *J. Food Sci.* 59:300–302.

Funk, J. and W. A. Gebreyes. 2001. Risk Factors Associated with *Salmonella enterica* Prevalence in Three-Site Swine Production Systems in North Carolina, U.S.A (Factores de riesgo asociados con la prevalencia de *Salmonella enterica* en sistemas de producción de cerdo en tres sitios en Carolina del Norte, EE.UU). *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 114(9-10):335–8.

Funk, J., P. R. Davies, and W. A. Gebreyes. 2001. Risk Factors Associated with *Salmonella enterica* Prevalence in Three-Site Swine Production Systems in North Carolina, USA (Factores de riesgo asociados a la prevalencia de *Salmonella enterica* en los sistemas de producción de cerdo de tres sitios en Carolina del Norte, EE.UU). *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 114:335–338.

Funk, J., T. E. Wittum, J. T. Lejeune, P. J. Rajala-Scheltz, A. Bowman, and A. Mack. 2007. Evaluation of Stocking Density and Sub Therapeutic Chlortetracycline on *Salmonella enterica* Shedding in Growing Swine (Evaluación de la Densidad Ganadera y la Clortetraciclina Subterapéutica en la excreción de *Salmonella enterica* en cerdo en crecimiento). *Vet. Microbiol.* 24:202–208.

Gebauer, J., H. Kudlackova, M. Kosina, K. Kovarcik, R. Tesarik, A. Osvaldova, M. Faldyna, and J. Matiasovic. 2016. A Proteomic Approach to the Development of DIVA ELISA Distinguishing Pigs Infected with *Salmonella* Typhimurium and Pigs Vaccinated with a *Salmonella* Typhimurium-Based Inactivated Vaccine (Una aproximación proteómica al desarrollo de cerdos distinguidos por DIVA ELISA infectados con *Salmonella* Typhimurium y Cerdos Vacunados con una vacuna inactivada basada la *Salmonella* Typhimurium). *BMC Vet. Res.* 12(1): 252.

Gill, C. O. and J. Bryant. 1993. The Presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in Pig Carcass Dehairing Equipment (La presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Campylobacter* en los equipos de depilado de canales de cerdo). *Food Microbiol.* 10(4):337-344.

Gill, C. O. and T. Jones. 1995. The Presence of *Aeromonas*, *Listeria* and *Yersinia* in Carcass Processing Equipment at Two Pig Slaughter Plants (Presencia de *Aeromonas*, *Listeria* y *Yersinia* en el equipo de procesamiento de canales en dos plantas de sacrificio de cerdos). *Food Microbiol.* 12:135– 141.

Gill, C. O., T. Jones, and M. Badoni. 1998. The Effects of Hot Water Pasteurizing Treatment on the Microbiological Conditions and Appearances of Pig and Sheep Carcasses (Efectos del tratamiento de pasteurización con agua caliente sobre las condiciones microbiológicas y visibles de canales de cerdo y oveja). *Food Res. Int.* 31:272–278.

Gill, C. O. 2000. HACCP en el Procesamiento Primario: Carne roja. En Brown MH, HACCP en la industria de la carne. Boca Raton: CRC Pr, 81–122.

Gioannacci, S., C. Ragimbear, S. Queguiner, G. Salvat, J. L. Vendevre, V. Carlier, and G. Ermel. 1999. *Listeria monocytogenes* in Pork Slaughtering and Cutting Plants: Use of RAPD, PFGE, and PCR-REA for Tracing and Molecular Epidemiology (*Listeria monocytogenes* en plantas de sacrificio y corte de cerdo: Uso de RAPD, PFGE, y PCR-REA para el rastreo de la epidemiología molecular.) *Int. J. Food Microbiol.* 53:127–140.

Gioannacci, S., S. Queguiner, C. Ragimbeau, G. Salvat, J. L. Vendevre, V. Carlier, and G. Ermel. 2008. Tracing of *Salmonella* spp. in Two Pork Slaughter and Cutting Plants Using Serotyping and Macrorestriction Genotyping. (Rastreo de *Salmonella* spp. en dos plantas de sacrificio y corte de carne de cerdo utilizando serotipado y genotipado de macrorestricción). *J. Appl. Microbiol.* 40(1):131– 147.

Goldbach, S. G. and L. Alban. 2006. A Cost-Benefit Analysis of *Salmonella* Control Strategies in Danish Pork Production (Un análisis del costo beneficio de las estrategias de control de Salmonella en la producción de cerdo danesas). *Prev. Vet. Med.* 77:1–14.

Goulter, R. M., G. A. Dykes, and A. Small. 2008. Decontamination of Knives Used in the Meat Industry: Effect of Different Water Temperature and Treatment Time Combinations on the Reduction of Bacterial Numbers on Knife Surfaces (Descontaminación de cuchillos usados en la industria de la carne: Efecto de diferentes combinaciones de tiempo de tratamiento y temperatura del agua en la reducción del número de bacterias en las superficies de los cuchillos). *J. Food Prot.* 71(7):1338–1342.

Gracey, J. F. 2015. *Meat Hygiene*. W.B. Saunders, Lancaster UK.

Hald, T. 1999. Quantitative Assessment of the Sources of Human Salmonellosis Attributable to Pork (Evaluación cuantitativa de las fuentes de salmonelosis humana atribuibles al cerdo). Proceedings: 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, 267–272. (Minuta: 3er Simposio Internacional de Epidemiología y Control de la Salmonella en cerdo), 200-205

Hald, T., A. Wingstrand, M. Swanenburg, A. Von Altrock, and B. M. Thorberg. 2003. The Occurrence and Epidemiology of *Salmonella* in European Pig Slaughterhouses (La incidencia y epidemiología de la Salmonella en mataderos de cerdos europeos). *Epidemiol.* 131(3):1187–1203.

Hamilton, D., G. Holds, M. Lorimer, A. Kiermeier, C. Kidd, J. Slade, and A. Pointon. 2010. Slaughterfloor Decontamination of Pork Carcasses with Hot Water or Acidified Sodium Chlorite—A Comparison in Two Australian Abattoirs (Descontaminación del piso de sacrificio de canales de cerdo con agua caliente o clorito de sodio acidificado - Una comparación de dos mataderos australianos). *Zoonoses Public Health* 57(Suppl.1):16–22.

Hansen, T. B., B. B. Christensen, and S. Aabo. 2010. *Salmonella* in Pork Cuttings in Supermarkets and Butcher Shops in Denmark in 2002 and 2006 (Salmonella en los cortes de carne de cerdo en supermercados y tiendas de carniceros en Dinamarca en 2002 y 2006). *Zoonoses* 57:23–9.

Henry, A. E., A. Letellier, J. C. Côté, G. Desmarais, V. Lachapelle, N. Bergeron, S. L. Lewandowsky, and P. Fravallo. 2018. Overlooked Sources of *Salmonella* Contamination in the Pig Production Network: Slaughterhouse Yard Pathways and Mudguards and Carpets from Transport Trucks (Fuentes que se pasan por alto en la Red de Producción de Cerdos: Pasillos de Patio del Matadero y guardas tapetes para el transporte en camiones). *C. Vet. J. (La Revue Veterinaire Canadienne)*, 59(10):1105–1108.

Honeyman, M. S., R. S. Pirog, G. H. Huber, P. J. Lammers, and J. R. Hermann. 2006. The United States Pork Niche Market Phenomenon (El fenómeno del mercado de nicho del cerdo en Estados Unidos). *J. Anim. Sci.* 84:2269–2275.

Hong, Y., K. Schmidt, D. Marks, S. Hatter, A. Marshall, L. Albino, and P. Ebner. 2016. Treatment of *Salmonella*-Contaminated Eggs and Pork with a Broad-Spectrum, Single Bacteriophage: Assessment of Efficacy and Resistance Development (Tratamiento de la Salmonella - Huevos y cerdo contaminados y un bacteriófago único de amplio espectro: Evaluación de la eficacia y el desarrollo de la resistencia). *Foodborne Pathog. Dis.* 13:679–688.

Huis In't Veld, J. H. 1992. Impact of Animal Husbandry and Slaughter Technologies on Microbial Contamination of Meat: Monitoring and Control (Impacto de las tecnologías de cría y sacrificio de animales en la contaminación microbiana de la carne: seguimiento y control). Proceedings: 38th International Congress of Meat Science and Technology 79-100.

- Hurd, H. S., J. Brudvig, J. Dickson, J. Mirceta, M. Polovinskic, N. Matthews, and R. Griffith. 2008. Swine Health Impact on Carcass Contamination and Human Foodborne Risk (Impacto de la salud porcina en la contaminación de las canales y el riesgo humano de origen alimentario). *Public Health Rep.* 123:343–351.
- Hurd, H. S., J. K. Gailey, J. D. McKean, and M. H. Rostagno. 2001a. Experimental Rapid Infection in Market-Weight Swine Following Exposure to a *Salmonella typhimurium* Contaminated Environment (Infección rápida experimental en cerdos de peso comercial tras la exposición a un entorno contaminado con *Salmonella typhimurium*). *Am. J. Vet. Res.* 62(8):1194–1197.
- Hurd H. S., J. K. Gailey, J. D. McKean, and R. W. Griffith. 2005. Variable Abattoir Conditions Affect *Salmonella enterica* Prevalence and Meat Quality in Swine and Pork (Las condiciones variables en el matadero afectan la prevalencia de *Salmonella enterica* y la calidad de la carne en porcinos y cerdo). *Foodborne Pathog. Dis.* 2(1):77–81.
- Hurd H. S., J. D. McKean, R. W. Griffith, and M. H. Rostagno. 2003. Estimation of the *Salmonella enterica* Prevalence in Finishing Swine (Estimación de la Prevalencia de *Salmonella entérica* en cerdos en terminación). *Epidemiol Infect.* 132(1):127–35.
- Hurd H. S., J. D. McKean, R. W. Griffith, I. V. Wesley, and M. H. Rostagno. 2002. *Salmonella enterica* Infecciones en vino de mercado con y sin transporte y mantenimiento. (Infecciones con *Salmonella entérica* en cerdos comerciales con y sin transporte y retención). *Appl Environ. Microbiol.* 68:2376–238.
- Hurd H. S., J. D. McKean, I. V. Wesley, and L. A. Karriker. 2001b. The Effect of Lairage on *Salmonella* Isolation from Market Swine (El Efecto de la estabulación sobre el aislamiento de la *Salmonella* del cerdo comercial). *J. Food Prot.* 64, 939–944.
- ICMSF. 1998. Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities (Microorganismos en Alimentos 6: Ecología microbiana de los productos alimenticios). Blackie Academic and Professional, London.
- James, S. J., G. Purnell, C. A. Wkilkiln, M. Howell, and C. James. 2007. Sources of *Salmonella* Contamination in Pig Processing (Fuentes de contaminación con *Salmonella* en el procesamiento de cerdo). Food Refrigeration and Process Engineering Research Centre (FRPERC), University of Bristol, Churchill Building, Langford, BS40 5 DU, Reino Unido.
- Jones, S. D., L. E. Jeremiah, and W. M. Robertson. 1993. The Effects of Spray and Blast-Chilling on Carcass Shrinkage and Pork Muscle Quality (Los efectos de la refrigeración con spray y a presión sobre el encogimiento de la canal y la calidad del músculo de cerdos). *Meat Sci.* 34(3):351–362.
- Kaur, A., P. S. Takhar, D. M. Smith, J. E. Mann, and M. M. Brashears. 2008. Fractional Differential Equations Based Modeling of Microbial Survival and Growth Curves: Model Development and Experimental Validation (Modelado basado en ecuaciones diferenciales fraccionarias de las Curvas de Supervivencia y Crecimiento Microbial: Desarrollo de modelos y Validación Experimental). *J. Food Sci.* 73(8):403–414.
- Kotula, A. W. and B. S. Emswiler-Rose. 1988. Airborne Microorganisms in a Pork Processing Establishment (Microorganismos aerotransportados en un establecimiento de procesamiento de cerdo). *J. Food Prot.* 51(12):935–937.
- Kozempel, M., N. Goldberg, and J. C. Craig. 2003. The Vacuum/Steam/Vacuum Process (El proceso de vacío/vapor/vacío). *Food Tech. Magazine* 57(12):30–33.
- Larsen, S. T., J. D. McKean, H. S. Hurd, M. H. Rostagno, R. W. Griffith, and I. V. Wesley. 2003. Impact of Commercial Preharvest Transportation and Holding on the Prevalence of *Salmonella entérica* in Cull Sows (Impacto del transporte y retención pre-sacrificio sobre la prevalencia de *Salmonella entérica* en cerdas seleccionadas). *J. Food Prot.* 66(7):1134–1138.

Lariviere-Gauthier, G., A. Thibodeau, A. Letellier, E. Yergeau, and P. Fravallo. 2018. *Salmonella* Shedding Status of the Sow Affects the Microbiota of Their Piglets at Weaning. (*La excreción de Salmonella de la cerda afecta la microbiota de sus lechones en el destete*). *J. Appl. Microbiol.* 126, 411–423.

Latasa, C., M. Echeverz, B. García, C. Gil, E. García-Ona, S. Burgui, N. Casares, S. Stubbs-Hervás, J. J. Lasarte, I. Lasa, and C. Solano. 2016. Evaluation of a *Salmonella* Strain Lacking the Secondary Messenger C-di-GMP and RpoS as a Live Oral Vaccine (Evaluación de una cepa de *Salmonella* que carece del mensajero secundario C-di-GMP y de RpoS como vacuna oral en vivo). *PLoS One* 11(8):e0161216.

Lee, J. A. and S. C. Hathaway. 1998. The Challenge of Designing Valid HACCP Plans for Raw Food (El reto de diseñar planes HACCP válidos para los alimentos crudos). *Food Control* 9:111-117.

Letellier, A., G. Beauchamp, E. Guévremont, S. D'Allaire, D. Hurnik, and S. Quessy. 2009. Risk Factors at Slaughter Associated with Presence of *Salmonella* on Hog Carcasses in Canada (Factores de riesgo en el sacrificio asociados con la presencia de *Salmonella* en canales de cerdo in Canadá). *J. Food Prot.* 72(11):2326–2331.

Liu, X., B. Xia, T. He, D. Li, J. H. Su, L. Guo, J. F. Wang, and Y. H. Zhu. 2019. Oral Administration of a Select Mixture of *Lactobacillus* and *Bacillus Alleviates* Inflammation and Maintains Mucosal Barrier Integrity in the Ileum of Pigs Challenged with *Salmonella* Infantis (Administración oral de una mezcla seleccionada de *Lactobacillus* y *Bacillus* alivia la inflamación y mantiene la integridad de la barrera mucosa en el íleon de los cerdos sometidos a *Salmonella* Infantis). *Microorganisms* 7(5):135.

Llonch, P., P. Rodriguez, M. Gispert, A. Dalmau, X. Manteca, and A. Velarde. 2012. Stunning Pigs with Nitrogen and Carbon Dioxide Mixtures: Effects on Animal Welfare and Meat Quality (El aturdimiento de cerdos con mezclas de nitrógeno y dióxido de carbono: Efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne). *Animal* 6(4): 668–675.

Loynachan, A. T., J. M. Nugent, M. M. Erdman, and D. L. Harris. 2004. Acute Infection of Swine by Various *Salmonella* Serovars (Infección aguda de porcinos con múltiples serovariedades de *Salmonella*). *J. Food Prot.* 67:1484–1488.

Mafu, A. A., M. N. Higgins, and M. Nadeau. 1989. The Incidence of *Salmonella*, *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica* in Swine Carcasses and the Slaughterhouse Environment (La incidencia de *Salmonella*, *Campylobacter* y *Yersinia enterocolitica* en las canales de cerdo y el entorno del matadero). *J. Food Prot.* 52(9):642–645.

Mann, J. E., L. Smith, and M. M. Brashears. 2004. Validation of Time and Temperature Values as Critical Limits for *Salmonella* and Background Flora Growth during the Production of Fresh Ground and Boneless Pork Products (Validación de los valores de tiempo y temperatura como límites críticos para el crecimiento de flora en segundo plano de *Salmonella* durante la producción de productos de cerdo fresco molido y sin hueso). *J. Food Prot.* 67(7):1389– 1393.

Marcon, A. V., F. R. Caldaraa, G. F. de Oliveirab, L. M. P. Gonçalvesa, R. G. Garciaa, I. C. L. A. Pazb, C. Cronea, and A. Marcon. 2019. Pork Quality After Electrical or Carbon Dioxide Stunning at Slaughter (Calidad de la carne de cerdo después del aturdimiento eléctrico o con dióxido de carbono en el sacrificio). *Meat Sci.* 156:93–97.

Martelli, F., M. Lambert, P. Butt, T. Cheney, F. A. Tatone, R. Callaby, A. Rabie, R. J. Gosling, S. Fordon, G. Crocker, R. H. Davies, and R. P. Smith. 2017. Evaluation of an Enhanced Cleaning and Disinfection Protocol in *Salmonella* Contaminated Pig Holdings in the United Kingdom (Evaluación de un protocolo mejorado de limpieza y desinfección en los corrales de cerdos contaminados con *Salmonella* en el Reino Unido). *PLoS One* 12(6).

- McDermid, A. S. and M. S. Lever. 1996. Survival of *Salmonella enteritidis* PT4 and *Salmonella typhimurium* Swindon in Aerosols (Supervivencia de la *Salmonella enteritidis* PT4 y *Salmonella typhimurium* Swindon en aerosoles). *Letters in Appl. Microbiol.* 23:107–109.
- McDonagh, V. P. and H. G. Smith. 1958. The Significance of the Abattoir in *Salmonella* infection in Bradford (La importancia del matadero sobre la infección con *Salmonella* en Bradford). *J. Hygiene* 56(2):271–279.
- McMullen, L. M. 2000. Intervention Strategies to Improve the Safety of Pork (Estrategias de intervención para mejorar la salubridad de la carne de cerdo). *Adv. in Pork Prod.* 11:165.
- Mietten, M. K., K. J. Björkroth, and H. J. Korkeala. 1999. Characterization of *Listeria monocytogenes* from an Ice Cream Plant by Serotyping and Pulsed-Field Gel Electrophoresis (Caracterización de la *Listeria monocytogenes* a partir de una planta de helado por medio de serotipado y electroforesis de gel de campo pulsado). *Int. J. Food Microbiol.* 18:187–192.
- Morgan, J. R., F. L. Krautil, and J. A. Craven. 1987. Bacterial Populations on Dressed Pig Carcasses (Poblaciones bacterianas en canales de cerdo faenados). *Epidemiol. Infect.* 98:15–24.
- Moye, Z. D., J. Woolston, and A. Sulakvelidze. 2018. Bacteriophage Applications for Food Production and Processing. (Aplicaciones de bacteriofagos para la producción y procesamiento de alimentos). *Virus* 10 (4): 205.
- O'Connor, A. M., B. Wang, T. Denagamage, and J. McKean. 2012. Process Mapping the Prevalence of *Salmonella* Contamination on Pork Carcass from Slaughter to Chilling: A Systematic Review Approach (Proceso de correlación de la prevalencia de contaminación con *Salmonella* en canales de cerdo desde el sacrificio hasta la refrigeración: Un enfoque de análisis sistemático). *Foodborne Pathog. Dis.* 9(5):386–395.
- Okraszewska-Lasica, W., D. J. Bolton, J. J. Sheridan, and D. A. McDowell. 2014. Airborne *Salmonella* and *Listeria* Associated with Irish Commercial Beef, Sheep and Pig Plants (*Salmonella* y *Listeria* aérea asociadas con las plantas de res, cabra y cerdo en Irlanda). *Meat Sci.* 97:255–261.
- Park, S., G. Won, and J. H. Lee. 2019. An attenuated *Salmonella* Vaccine Secreting *Lawsonia intracellularis* Immunogenic Antigens Confers Dual Protection Against Porcine Proliferative Enteropathy and Salmonellosis in a Murine Model (Una vacuna atenuada de *Salmonella* que secreta Antígenos Inmunogénicos intracellularis confiere doble protección contra la enteropatía proliferativa porcina y la salmonelosis en un modelo Murine). *J. Vet. Sci.* 20(3):e24.
- Pearce, R. A., D. J. Bolton, J. J. Sheridan, D. A. McDowell, I. S. Blair, and D. Harrington. 2004. Studies to Determine the Critical Control Points in Pork Slaughter Hazard Analysis and Critical Control Point Systems (Estudios para determinar los puntos críticos de control en los sistemas de análisis de peligro y puntos críticos de control en el sacrificio de cerdo). *Int. J. Food Microbiol.* 90(3):331– 339.
- Pearce, R. A., J. J. Sheridan, and D. J. Bolton. 2006. Distribution of Airborne Microorganisms in Commercial Pork Slaughter Processes (Distribución de microorganismos aerotransportados en procesos de sacrificio de carne de cerdo). The National Food Centre, Ashtown, Dublin 15, Ireland.
- Peeters, L., J. Dewulf, F. Boyen, C. Brossé, T. Vandersmissen, G. Rasschaert, M. Heyndrickx, M. Cargnel, W. Mattheus, F. Pasmans, F. Haesebrouck, and D. Maes. 2020. Bacteriological evaluation of vaccination against *Salmonella* Typhimurium with an attenuated vaccine in subclinically infected pig herds (Evaluación bacteriológica de la vacunación contra la *Salmonella* Typhimurium con una vacuna atenuada en hatos porcinos subclínicamente infectados). *Prev Vet Med.* 182:104687.

Pipek, P., M. Houska, K. Hoke, J. Jelenikova, K. Kyhos, and M. Sikulova. 2006. Decontamination of Pork Carcasses by Steam and Lactic Acid (Descontaminación de canales de cerdo con vapor y ácido láctico). *J. Food Eng.* 74:224–231.

Purnell, G., C. James, C. A. Wilkin, and S. J. James. 2010. An Evaluation of Improvements in Carcass Hygiene through the Use of Anal Plugging of Pig Carcasses Prior to Scalding and Dehairing. (Una evaluación de las mejoras en la higiene de las canales a través del uso del taponamiento anal de canales de cerdo antes del escaldado y depilado). *J. Food Prot.* 73(6):1108–1110.

Rahkio T. M. and H. J. Korkeala. 1997. Airborne Bacteria and Carcass Contamination in Slaughterhouses (Bacterias aerotransportadas y contaminación de las canales en los mataderos). *J. Food Prot.* 60(1):38–42.

Rajkowsi, K. T., S. Eblen, C. Laubauch. 1998. Efficacy of Washing and Sanitizing Trailers Used for Swine Transport in Reduction of *Salmonella* and *Escherichia coli* (Eficacia del lavado y saneamiento de los remolques utilizados para el transporte de porcinos para reducir la *Salmonella* y *Escherichia coli*). *J. Food Prot.* 61(1):31–35.

Rivas, T., Vizcaino, J. A., and F. J. Herrera. 2000. Microbial Contamination of Carcasses and Equipment from an Iberian Pig Slaughterhouse (Contaminación microbiana de canales y equipos en un matadero de cerdo ibérico). *J. Food Prot.* 63(12):1670–1675.

Rosenvold, K. and H. J. Andersen. 2003. Factors of Significance for Pork Quality—A Review (Factores importantes para la calidad del cerdo - Un análisis). *Meat Sci.* 64:219–237.

Rostagno, M. H., H. S. Hurd, J. D. McKean, C. J. Ziemer, J. K. Gailey, and R. C. Leite. 2003. Preslaughter Holding Environment in Pork Plants is Highly Contaminated with *Salmonella enterica* (El entorno de retención pre-sacrificio en plantas de cerdo está altamente contaminado con *Salmonella enterica*). *Appl. Environ. Microbiol.* 69(8):4489–4494.

Rostagno, M. H., H. S. Hurd, and J. D. McKean. 2005. Resting pigs on Transport Trailers as an Intervention Strategy to Reduce *Salmonella enterica* Prevalence at Slaughter (Reposo de cerdos en remolques de transporte como estrategia de intervención para reducir la prevalencia de *Salmonella enterica* en el sacrificio). *J. Food Prot.* 68(8):1720–1723.

Rubini, S., C. Ravaioli, S. Previato, M. D’Incau, M. Tassinari, E. Guidi, S. Lupi, G. Merialdi, and M. Bergamini. Prevalence of *Salmonella* Strains in Wild Animals from a Highly Populated Area of North-Eastern Italy (Prevalencia de cepas de *Salmonella* en animales salvajes de una zona bien poblada del noreste de Italia). 2016. *Ann Ist Super Sanità* 52(2): 277–280.

Saide-Albornoz, J., C. Lynn Knipe, E. A. Murano, and G. W. Beran. 1995. Contamination of Pork Carcasses During Slaughter, Fabrication, and Chilled Storage (Contaminación de canales de cerdo durante el sacrificio, fabricación y almacenamiento refrigerado). *J. Food Prot.* 58:993–997.

Saini, P. K., H. M. Marks, M. S. Dreyfuss, P. Evans, L. V. Cook, Jr, and U. Dessai. 2011. Indicator Organisms in Meat and Poultry Slaughter Operations: Their Potential Use in Process Control and the Role of Emerging Technologies (Organismos indicadores en las operaciones de sacrificio de carne y aves: su posible uso en el control de procesos y el papel de las tecnologías emergentes). *J. Food Prot.* 74(8):1387–94.

San Roman, B., V. Garrido, S. Sanchez, I. Martinez-Ballesteros, J. Garaizar, R. C. Mainar-Jaime, L. Mirgura-Garcia, M. J. Grillo. 2018. Relationship Between *Salmonella*

Infection, Shedding and Serology in Fattening Pigs in Low-Moderate Prevalence Areas. (Relación entre la infección con Salmonella, la excreción y serología en cerdos de engorde en áreas de prevalencia baja-media.) *Zoonoses Public Health* 65:481–489.

Savell, J. W., S. L. Mueller, and B. E. Baird. 2005. The Chilling of Carcasses (El enfriamiento de las canales). *Meat Sci.* 70:449–459.

Scallan E., P. M. Griffin, F. J. Angulo, R. V. Tauxe, R. M. Hoekstra. 2011. Foodborne Illness Acquired in the United States—Unspecified Agents (Enfermedades de origen alimentario adquiridas en los Estados Unidos) - Agentes no especificados). *Emerg. Infect. Dis.* 17:16–22.

Schmidt, J. W., D. Brichta-Harhay, N. Kalchayanand, J. M. Bosilevac, S. D. Shackelford, T. L. Wheeler, and M. Koohmaraie. 2012. Prevalence, Enumeration, Serotypes, and Antimicrobial Resistance Phenotypes of *Salmonella Enterica* Isolates from Carcasses at Two Large United States Pork Processing Plants (La prevalencia, la enumeración, los serotipos y los fenotipos de resistencia antimicrobiana de aislados de Salmonella Enterica de las canales en dos grandes plantas de procesamiento de cerdo de Estados Unidos). *Appl. Environ. Microbiol.* 78:2716–2726.

Schmidt, P. L., A. M. O’Corrno, J. D. McKean, and H. S. Hurd. 2004. The Association between Cleaning and Disinfection of Lairage Pens and the Prevalence of *Salmonella enterica* in Swine at Harvest (La relación entre limpieza y desinfección de los corrales de estancia y la prevalencia de salmonella enterica en cerdos de sacrificio). *J. Food Prot.* 67(7):1384–1388.

Scott, M. E., E. Mbandi, S. Buchanan, N. Abdelmajid, C. Gonzalez-Rivera, K. Robertson Hale, L. Jacobsen, J. Webb, J. Green, and P. Dolan. 2020. *Salmonella* and Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli* in Products Sampled in the Food Safety and Inspection Service Raw Pork Baseline Study (La Salmonella y Escherichia coli productora de la toxina Shiga en productos muestreados en el estudio de referencia sobre el cerdo crudo del Servicio de Inocuidad e Inspección de Alimentos). *J. Food Prot.* 83(3):552–559.

Scott, V. N., K. E. Stevenson, and D. E. Gombas. 2006. Verification Procedures. (Procedimientos de verificación). In Scott, V. N., and K. E. Stevenson (ed.), HACCP - A Systematic Approach to Food Safety, 4th ed. The Food Products Association, Washington, D.C. pp.91–98.

Self, J. L., R. E. Luna-Gierke, A. Fothergill, K. G. Holt, and A. R. Vieira. 2017. Outbreaks Attributed to Pork in the United States, (Brotos atribuidos al cerdo en estados unidos), 1998-2015. *Epidemiol Infect.* 145(14):2980–2990.

Seo, B. J., E. T. Song, K. Lee, J. W. Kim, C. G. Jeong, S. H. Moon, J. S. Son, S. H. Kang, H. S. Cho, B. Y. Jung, and W. I. Kim. 2018. Evaluation of the Broad-Spectrum Lytic Capability of Bacteriophage Cocktails Against Various *Salmonella* Serovars and Their Effects on Weaned Pigs Infected with *Salmonella* Typhimurium (Evaluación de la capacidad lítica de cocteles de bacteriófagos de amplio espectro contra varios serotipos de Salmonella y sus efectos en cerdos destetados infectados con Salmonella Typhimurium). *J. Vet. Med. Sci.* 80(6):851–860.

Skov, M. N., J. J. Madsen, C. Rahbek, J. Lodal, J. B. Jespersen, J. C. Jorgensen, H. H. Dietz, M. Chriel, and D. L. Baggesen. 2008. Transmission of *Salmonella* Between Wildlife and Meat-Production Animals in Denmark (Transmisión de la Salmonella entre animales silvestres y animales de producción de carne en Dinamarca). *J. Appl. Microbiol.* 105(5): 1558– 1568.

Spescha, C., R. Stephan, and C. Zweifel. 2006. Microbiological Contamination of Pig Carcasses at Different Stages of Slaughter in Two European Union-Approved Abattoirs (Contaminación microbiológica de las canales de cerdo en diferentes etapas del sacrificio en dos mataderos aprobados por la Unión Europea). *J. Food Prot.* 69(11):2568–2575.

Snnijders, J. M., G. E. Gerats, and J. G. Logtestijn. 1984. Good Manufacturing Practices During Slaughtering (Buenas prácticas de manufactura durante el sacrificio) *Archives Lebensmittel Hygiene* 35:99–103.

Stopforth, J. D., Y. Yoon, K. E. Belk, J. A. Scangas, P. A. Kendall, G. C. Smith, J. N. Sofos. 2004. Effect of Simulated Spray chilling with Chemical Solutions on Acid-Habituated and Non-Acid-Habituated *Escherichia coli* O157:H7 Cells Attached to Beef carcass Tissue (Efecto de la refrigeración por aspersión simulada con soluciones químicas sobre células de *Escherichia coli* O157:H7 ácido-habitadas y no-ácido-habitadas, adheridas al tejido de canal de res). *J. Food Prot.* 67(10):2099–2106.

Swart, A. N., F. van Leusden, and M. J. Nauta. 2016. A QMRA Model for *Salmonella* in Pork Products During Preparation and Consumption (Un modelo de QMRA para la *Salmonella* en productos de cerdo durante la preparación y el consumo). *Risk Anal.* 36:516–530.

Tamplin, M. L., I. Feder, S. A. Palumbo, A. Oser, L. Yoder, and J. B. Luchansky. 2001. *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* Biotype I on Swine Carcasses Processed Under the Hazard Analysis and Critical Control Point–Based Inspection Models Project (La *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* Biotipo I en canales de cerdo procesados bajo el Proyecto de Modelos de Inspección basados en el análisis de riesgos y puntos críticos de control). *J. Food Prot.* 64:1305–1308.

Tapp III, W. N., S. E. Gragg, J. C. Brooks, M. F. Miller, and M. M. Brashears. 2013. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* after Application of Various Sanitizing Treatments to Harvesting Knives (Reducción de *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella* después de la aplicación de varios tratamientos desinfectantes sobre los cuchillos de sacrificio). *J. Food Prot.* 76(2):200–204.

Totton, S. C., J. M. Glanville, R. S. Dzikamunhenga, J. S. Dickson, and A. M. O'Connor. 2016. Systematic Review of the Magnitude of Change in Prevalence and Quantity of *Salmonella* After Administration of Pathogen Reduction Treatments on Pork Carcasses (Revisión sistemática de la magnitud del cambio en la prevalencia y la cantidad de *Salmonella* después de la administración de tratamientos de reducción de patógenos en las canales de cerdo). *Anim. Health Res. Rev.* 17(1):39–59.

Trivedi, S., Reynolds, A.E., and Chen, J. 2007. Use of a Commercial Household Steam Cleaning System to Decontaminate Beef and Hog Carcasses Processed by Four Small or Very Small Meat Processing Plants in Georgia (Uso de un sistema comercial de limpieza a vapor para descontaminar las canales de carne y cerdo procesadas por cuatro pequeñas o muy pequeñas plantas de procesamiento de carne en Georgia). *J. Food Prot.* 70(3):635–640.

Troeger, K. 1994. Evaluating Hygiene Risks During Slaughtering (Evaluación de los riesgos de higiene durante el sacrificio). *Fleischwirtschaft* 74(6):624–626.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, [Directiva FSIS 6100.2, Inspección post-mortem del ganado.](#)

Departamento de Agricultura de Estados Unidos, [Directiva FSIS 6410.4, Verificación de los Establecimientos de sacrificio para que mantengan procedimientos adecuados para evitar la contaminación de canales y partes con patógenos entéricos.](#)

Departamento de Agricultura de Estados Unidos, [Directiva FSIS 7120.1, Ingredientes salubres y apropiados usados en la producción de productos de carne y aves.](#)

- Van der Gaag, M. A., H. W. Saatkamp, G. B. Backus, P. van Beek, and R. B. Huirne. 2004. Cost-effectiveness of Controlling *Salmonella* in the Pork Chain (Coste-eficacia del control de *Salmonella* en la cadena de producción de cerdo). *Food Control* 15:173–180.
- Van Netten, P., D. A. Mossel, and J. Huis Int Veld. 1995. Lactic Acid Decontamination of Fresh Pork Carcasses: A Pilot Plant Study (Descontaminación con ácido láctico de canales de cerdo fresco: un estudio de planta piloto). *Int. J. Food Microbiol.* 25:1–9.
- Velarde, A., M. Gispert, L. Faucitano, X. Manteca, A. Diestre. 2000. Survey of the Effectiveness of Stunning Procedures Used in Spanish Pig Abattoirs. (Estudio de la efectividad de los procedimientos de aturdimiento en mataderos de cerdo españoles). *Vet. Rec.* 146(3):65–8.
- Vieira-Pinto, M., R. Tenreiro, and C. Martins. 2006. Unveiling Contamination Sources and Dissemination Routes of *Salmonella* sp. in Pigs at a Portuguese Slaughterhouse through Macrorestriction Profiling by Pulsed-Field Gel Electrophoresis (Determinación de las fuentes y rutas de diseminación de la *Salmonella* sp. en cerdos en un matadero portugués por medio de perfiles de macro-restricción por electroforesis de gel en campo pulsado). *Int. J. Food Prot.* 110:77–84.
- Vogel, K. D., G. Badtram, J. R. Claus, T. Grandin, S. Turpin, R. E. Weyker, E. Voogd. 2011. Head-Only Followed by Cardiac Arrest Electrical Stunning Is an Effective Alternative to Head-Only Electrical Stunning in Pigs (El aturdimiento de cabeza únicamente seguido del eléctrico por paro cardíaco es una alternativa efectiva al aturdimiento eléctrico únicamente de cabeza en cerdos). *J. Anim. Sci.* 89(5):1412–8.
- Walia, K. W., H. Arguello, H. Lynch, J. Grant, F. C. Leonard, P. G. Lawlor, G. E. Gardiner, and G. Duffy. 2017. The Efficacy of Different Cleaning and Disinfection Procedures to Reduce *Salmonella* and *Enterobacteriaceae* in the Lairage Environment of a Pig Abattoir (Eficacia de diferentes procedimientos de limpieza y desinfección para reducir la *Salmonella* y *Enterobacteriaceae* en el entorno de estabulación de un matadero de cerdos). *Int. J. Food Microbiol.* 246:64–71.
- Wall, S. K., J. Zhang, M. H. Rostagno, and P. D. Ebner. 2010. Phage Therapy to Reduce Preprocessing *Salmonella* Infections in Market-Weight Swine (Fago terapia para reducir las infecciones por *Salmonella* en el pre proceso de cerdos con peso comercial). *Appl. Environ. Microbiol.* 76(1):48–53.
- Walsh, M. C. 2012. Controlling *Salmonella* Infection in Weanling Pigs Through Water Delivery of Direct-Fed Microbials or Organic Acids (Control de la infección por *Salmonella* en cerdos recién destetados por medio de antimicrobianos o ácidos orgánicos administrados por medio del agua). Part I: Effects on Growth Performance, Microbial Populations, and Immune Status (Parte I: Efectos sobre el desempeño del crecimiento, las poblaciones microbianas y el estado inmunológico). *J. Anim. Sci.* 90(1):261–71.
- Wheatley, P., E. S. Giotis, and A. I. McKeivitt. 2014. Effects of Slaughtering Operations on Carcass Contamination in an Irish Pork Production Plant (Efectos de las operaciones de sacrificio en la contaminación de las canales en una planta de producción de cerdo irlandesa). *Irish Vet. J.* 67(1).
- Woolston, J., A. R. Parks, T. Abuladze, B. Anderson, M. Li, C. Carter, L. F. Hanna, S. Heyse, D. Charbonneau, and A. Sulakvelidze. 2013. Bacteriophages Lytic for *Salmonella* Rapidly Reduce *Salmonella* Contamination on Glass and Stainless Steel Surfaces (Los bacteriófagos líticos para la *Salmonella* reducen rápidamente la contaminación de *Salmonella* en las superficies de vidrio y acero inoxidable). *Bacteriophage* 3:e25697.
- Worfel, R. C., J. N. Sofos, G. C. Smith, and G. R. Schmidt. 1996. Airborne Bacterial Contamination in Beef Slaughtering-Dressing Plants with Different Layouts (Contaminación bacteriana en el aire en plantas de sacrificio-faenado de carne de vacuno con diferentes estructuras). *Dairy, Food and Environ. Sanitation* 16(7):440–443.

Wottlin, L., R. B. Harvey, K. N. Norman, S. Burciaga, G. Loneragan, R. E. Droleskey, and R. C Anderson. 2022. Prevalence and antimicrobial resistance of non-typhoidal *Salmonella enterica* from head meat and trim for ground product at pork processing facilities (Prevalencia y resistencia a los antimicrobianos de la *Salmonella enterica* no tifoidea en la carne de cabeza y recortes para producto molido en instalaciones de procesamiento de carne de cerdo). *J Food Prot* 85(7):1008-1016.

Yang, L., W. Li, G. Z. Jiang, W. H. Zhang, H. Z. Ding, Y. H. Liu, Z. L. Zeng, and H. X. Jiang. 2017. Characterization of a P1-like Bacteriophage Carrying CTX-M-27 in *Salmonella* spp. Resistant to Third Generation Cephalosporins Isolated from Pork in China (Caracterización de un Bacteriofago de tipo P1 que porta CTX-M-27 en *Salmonella* spp. Resistente a la tercera generación de Cephalosporinas aisladas de cerdo en China). *Sci. Rep.* 7:40710.

Young, I., B. J. Wilhelm, S. Cahill, R. Nakagawa, P. Desmarchelier, and A. Rajić. 2016. A Rapid Systematic Review and Meta-Analysis of the Efficacy of Slaughter and Processing Interventions to Control Non-Typhoidal *Salmonella* in Beef and Pork (Una revisión sistemática rápida y metaanálisis de la eficacia de las intervenciones en el sacrificio y procesamiento para controlar la *Salmonella* no tifoidea en carne de vacuno y cerdo). *J. Food Prot.* 79(12):2196–2210.

Yu, S.I., D. Bolton, C. Laubach, P. Kline, A. Oser, and S. A. Palumbo. 1999. Effect of Dehairing Operations on Microbiological Quality of Swine Carcasses (Efecto de las operaciones de depilado en la calidad microbiológica de las canales de cerdo). *J. Food Prot.* 62(12):1478–1481.

Zhao, C., B. Ge, J. De Villena, R. Sudler, E. Yeh, S. Zhao, D. G. White, D. Wagner, and J. Meng. 2001. Prevalencia de *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* serotipos de *Salmonella* en pollo, pavo, cerdo y res de venta al consumidor en el área metropolitana de Washington, D.C. *App. Environ. Microbiol.* 67(12):5431–6.

Zhao, S., S. R. Young, E. Tong, J. W. Abbott, N. Womack, S. L. Friedman, and P. F. McDermott. 2010. Microbial Resistance of *Campylobacter* Isolates from Retail Meat in the United States between 2002-2007 (Resistencia microbiana de aislados de *Campylobacter* en carne de venta al consumidor en los Estados Unidos entre 2002-2007). *Appl. Environ. Microbiol.* 76(24):7949–7956.

Zhang, Y., A. M. O'Connor, C. Wang, J. S. Dickson, H. S. Hurd, and B. Wang. 2019. Interventions Targeting Deep Tissue Lymph Nodes May Not Effectively Reduce the Risk of Salmonellosis from Ground Pork Consumption: A Quantitative Microbial Risk Assessment. (Las intervenciones dirigidas a los ganglios linfáticos de tejido profundo pueden no reducir eficazmente el riesgo de salmonellosis debido al consumo de carne de cerdo: una evaluación cuantitativa del riesgo microbiano) *Risk Anal.* 39:2237–2258.

Zwirwitz, B., S. U. Wetzels, I. Rabanser, S. Thalguter, M. Dzieciol, M. Wagner, and E. Mann. 2019. Culture-Independent Evaluation of Bacterial Contamination Patterns on Pig Carcasses at a Commercial Slaughter Facility. (Evaluación independiente del cultivo de los patrones de contaminación bacteriana en las canales de cerdo en una instalación de sacrificio comercial.) *J. Food Prot.* 82(10):1677–1682.



SMALL PLANT HELP DESK
A resource for small and very small plants
Est. 12-17-2010

Knowledgeable, USDA-FSIS specialists from the Outreach and Partnership Division are available weekdays 8:00 AM to 4:00 PM EST to give you personal assistance on matters relating to the regulation of meat, poultry, and processed egg products. We can also be reached by email at info@source@fsis.usda.gov.

Call Toll-Free 1-877-374-7435



askFSIS

USDA

a policy-related question

<https://www.fsis.usda.gov/contact-us/askfsis>

USDA FSIS

www.fsis.usda.gov

2023